

NT PRESS
ETSF
Эрве Кадино
ИНТЕРЕСНЫЕ КОНСТРУКЦИИ НА МИНИАТЮРНЫХ ВЫСОКОЧАСТОТНЫХ МОДУЛЯХ
• Совместимость модулей ВЧ и советы по их применению
• Радиоуправляемая камера ВЧ
• Телевизионный аудио- и видеопередатчик
• портативная рация УВЧ с частотной модуляцией
• аудиопередатчик и аудиоприемник УВЧ для АМ и ЧМ
• программируемые блоки радиоуправления
В помощь радиолюбителю

Эрве Кадино

Интересные конструкции на миниатюрных высокочастотных модулях

Приложения аудио и видео

Hervé Cadinot

Émetteurs et récepteurs HF

Applications audio et vidéo



Editions techniques et scientifiques françaises

Эрве Кадино

Интересные конструкции на миниатюрных высокочастотных модулях

Приложения аудио и видео

NT Press
Москва

УДК 621.37
ББК 32.84
К22

Подписано в печать 28.08.2007. Формат 84x108 1/32. Гарнитура «Баскервиль».
Печать офсетная. Усл. печ. л. 11,76. Тираж 3000 экз. Заказ № 7499.

Эрве Кадино

К22 Интересные конструкции на миниатюрных высокочастотных модулях / Э. Кадино ; пер. с фр. М. А. Комаров. – М. : НТ Пресс, 2007. – 224 с. : ил. (В помощь радиолюбителю)

ISBN 978-5-477-00253-5

В этой книге Эрве Кадино подчеркивает преимущества миниатюрных модулей ВЧ: удобство, простоту, дальнейшее совершенствование и тот факт, что их применение дает возможность с легкостью реализовать блоки с дистанционным управлением.

В предлагаемой книге автор приводит обзор новейших модулей и предлагает варианты их применения в области передачи аудио и видеосигналов. Вы узнаете, как создать аудио-/видеоняню, оригинальную разработку для наблюдения за ребенком, находящимся в другой части дома. Кроме того, автор предлагает новые усовершенствования в области радиоуправления с дополнительными возможностями.

Любители электроники и пользователи Hi-Fi, аудио- и видеоаппаратуры найдут в предлагаемой книге познавательные и занимательные сведения, которые принесут пользу и будут чрезвычайно интересны!

УДК 621.37
ББК 32.84

ISBN 2-10-005368-X (фр.)
ISBN 978-5-477-00253-5 (рус.)

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие

Развитие технологии комплементарных структур на основе металлов и полупроводников (КМОП) привело к появлению небольших предварительно настроенных и простых в применении модулей ВЧ, значительно упростивших изготовление систем радиоуправления и других устройств.

В ответ на увлечение, вызванное первыми модулями, появились и другие модули ВЧ, например аудиомодули ЧМ Aurel. Но только с появлением видеомодулей ВЧ Aurel электронщик-любитель смог по-настоящему осознать весь масштаб технологического прогресса. Отныне изготовление небольшой радиосистемы стало простым и общедоступным.

До сих пор создание систем ВЧ требовало определенного умения, очень дорогостоящего оборудования и особых компонентов, зачастую редких и дорогих. С расцветом модулей ВЧ, как правило, не требующих настройки, изготовление систем ВЧ превратилось почти в детскую забаву.

В этой книге, посвященной модулям ВЧ, вначале пойдет речь о наиболее популярных аудио- и видеомодулях с описанием множества возможных применений: от микрошпиона до видеоняни для ребенка, включая несколько устройств класса Hi-Fi.

Затем автор представит самые совершенные системы радиоуправления, снабженные такими удивительными функциями, как автоматическое программирование.

В схемах данной книги использованны следующие обозначения:

Ω – Ом;
kΩ – кОм;
pF – пФ;
nF – нФ;
μF– мкФ;
V – В.

Глава 1

Сочетаемость модулей ВЧ и советы по их применению

Для электронщика-любителя радости легко реализуемой и надежной радиосвязи открылись с приходом на общедоступный рынок электроники модулей ВЧ, изготавливаемых по технологии комплементарных металло-оксидных полупроводниковых структур (КМОП). Их высокое качество и надежность стали залогом несомненного успеха. Они не нуждались в настройке благодаря использованию передатчиков, стабилизированных резонатором поверхностных волн и приемников, изготавливаемых по технологии КМОП с применением таких печатных компонентов, как катушки индуктивности.

На отечественном рынке Франции компания Mipot стала первым виновником увлечения модулями ВЧ. Компания Aurel последовала за Mipot в деле завоевания общественного рынка, которым впоследствии заинтересовались и другие разработчики. Некоторые производители, работавшие до сих пор в области профессионального оборудования, занялись изготовлением и выпуском на рынок высокотехнологичных продуктов, в то время как достаточно экономичные модули были представлены на рынке компаниями Aurel и LC433. Позднее к ним присоединилась Telecontrolli, выпустив на рынок серию конкурентоспособных и высококачественных модулей. Во Франции Telecontrolli представлена компанией Lextronic, ставшей при появлении на рынке первым конкурентом марки Aurel, продукция которой

считается престижной. К тому же, цоколевка модулей Telecontrolli сочетается с цоколевкой модулей Aurel. Самые передовые модули компании Aurel представлены в каталоге Selectronic, где регулярно отражаются последние новинки компании.

Сочетаемость модулей ВЧ

В конечном счете, определились две основные тенденции. Вначале компания Mipot занимала важное место, благодаря чему она приобрела такую известность, что цоколевка ее модулей АМ была взята за эталон. Но по причине недостаточной конкурентоспособности и новизны в действиях компании в борьбе с Aurel тенденция изменилась в пользу Aurel. Соответственно, эталоном цоколевки стали модули Aurel. К тому же модули Aurel или подобные им модули обладают меньшими размерами и обеспечивают более простую взаимозаменяемость путем соответствующего конструирования печатной платы. Для принимающих модулей проблема сочетаемости стоит в гораздо меньшей степени, так как большинством производителей используется идентичная или подобная цоколевка, обеспечивающая простоту взаимозаменяемости модулей.

Что же касается передатчиков и приемников ЧМ, их сочетаемость гораздо более редкая, так как данные модули часто являются самыми передовыми разработками компаний, и, соответственно, сочетаемость для них редко становится приоритетной. К тому же, данные модули гораздо дороже, что объясняется существенно более высоким качеством и надежностью высокоскоростной передачи. Соответственно, подобные модули, как правило, используются для таких специфичных целей, как высокоскоростная передача данных. В последние годы несколько крупных брендов (например, Heiland и особенно Radiometrix, который выпускает в основном модули ЧМ длительного использования) доказали свою состоятельность, особенно в области профессионального оборудования.

Несмотря на все преимущества модулей ЧМ, их использование в рамках систем двухпозиционного радиоуправления, рассматриваемых в этой книге, не является обязательным.

Сочетаемость передатчиков АМ

В данной книге конструирование печатной платы будет выполняться в соответствии с потребностями конкретного устройства вне зависимости от марки модуля Aurel, LC433, Telecontrolli или пр. Для этого в качестве эталона принимается универсальный модуль с однорядным (SIL) расположением 15 контактов, к которым будут подключаться различные компоненты, обеспечивающие прием логического сигнала и питание. Также будет возможно подключить внешний модуль при помощи трехконтактного разъема.

Некоторые компании, среди которых Megamos Composants, предлагают бывшие в употреблении модули или платы, как правило, удаленные из систем радиоуправления дверными приводами.

В расположении модулей, предложенных в табл. 1.1, присутствует несовпадение контакта 10.

Таблица 1.1. Поиски универсальной компоновки передающих модулей

15 контактов в один ряд	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Aurel TX433-SAW	0В	IN+	IN–	0В							РЧ*		0В		Vcc
Внешний передатчик		IN	0В	Vcc											
LC433 TX433							12В	12В	0В	~~0В~~	РЧ	IN			
Telecontrolli RT5					Vcc	0В				IN	РЧ				
Telecontrolli RT6	0В	IN+	IN–	0В							РЧ		0В		Vcc
	⇓	⇓	⇓	⇓	⇓	⇓	⇓	⇓	⇓	⇓	⇓	⇓	⇓	⇓	⇓
Универсальный модуль	0В	IN+	IN–	0В	Vcc	0В	12В	12В	0В	IN	РЧ	IN	0В	не используется	Vcc

*РЧ – радиочастота.

Однако этого противоречия можно легко избежать, учитывая, что в передающем модуле LC433 имеются дополнительные контакты для подключения к напряжению 12 В и корпусу. Другими словами, один из контактов 12 В или 0 В можно удалить. Соответственно, второй контакт подключения к корпусу, расположенный рядом с выходом радиочастоты модуля LC433, следует отрезать перед установкой модуля в печатную плату изготавливаемой системы радиоуправления. Именно это обозначает крест в указанном месте модуля LC433 (рис. 1.1).

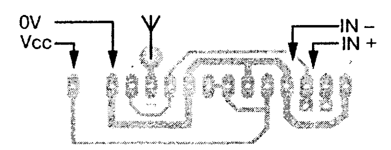


Рис. 1.1. Универсальное размещение передающих модулей АМ

Сочетаемость приемников АМ

В данном случае взаимозаменяемость модулей различных марок гораздо более очевидна, так как все модули АМ обладают схожей цоколевкой 15 контактов в один ряд. При рассмотрении модулей заметно лишь прибавление или удаление одного контакта подключения к корпусу или напряжению 5 В. Соответственно, универсальный модуль получается с учетом всех используемых контактов различных модулей. Основная проблема заключается в размерах модуля – чем совершеннее модуль, тем более значительными рискуют оказаться его размеры. Напротив, такие экономичные модули, как NB-1M, обладают малыми размерами и по ширине, и по длине.

На рис. 1.2 представлена часть начертания печатного монтажа для принимающего модуля АМ, выполненная с учетом конфигурации универсального модуля, определенной в табл. 1.2. Большинство приемников можно разместить на печатной плате, разработанной на этой основе.

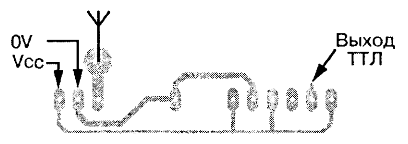


Рис. 1.2. Начертание печатного монтажа для размещения большинства принимающих модулей

Таблица 1.2. Определение универсального принимающего модуля АМ

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
ARF RXARF08 ARF4001A	Не подключен	0 В	РЧ	–	–	–	–	–	–	–	0 В	+5В	ТР*	Выход	+5 В
Aurel NB-1M	–	0 В	РЧ	–	–	–	0 В	–	–	–	0 В	–	ТР	Выход	+5 В
Aurel RF290A-5S	+5 В	0 В	РЧ	–	–	–	0 В	–	–	+5 В	0 В	–	ТР	Выход	+5...24 В
Aurel STD433SIL	+5 В	0 В	РЧ	–	–	–	0 В	–	–	+5 В	0 В	–	ТР	Выход	+5...24 В
Aurel NB-CE	+5 В	0 В	РЧ	–	–	–	0 В	–	–	+5 В	0 В	–	ТР	Выход	+5 В
Mipot	+5 В	0 В	РЧ	–	–	–	0 В	–	–	–	0 В	+5 В	ТР	Выход	+5 В
Telecontrolli RR3	+5 В	0 В	РЧ	–	–	–	0 В	–	–	+5 В	0 В	+5 В	ТР	Выход	+5 В
	⇓	⇓	⇓	⇓	⇓	⇓	⇓	⇓	⇓	⇓	⇓	⇓	⇓	⇓	⇓
Универсальный приемник	+5 В	0 В	РЧ	–	–	–	0 В	–	–	+5 В	0 В	+5 В	ТР	Выход	+5 В

ТР – контрольная точка.

Использование модулей ВЧ

Для налаживания радиосвязи необходимо учитывать множество критериев. Наиболее часто используемым критерием является дальность радиосвязи, но этот критерий бесполезен без правильного учета других параметров. В частности, речь идет о мощности передачи, чувствительности приемников, коэффициенте полезного действия антенны, а также таких самых обычных параметрах, как ограничение по частоте передаваемого сигнала.

Два других важных параметра упоминаются редко. Речь идет, с одной стороны, об освобождении антенн от окружающих заграждений, а с другой – о высоте передающих и принимающих антенн относительно земли. В самом деле, близость земли создает помехи для радиосвязи и сокращает ее дальность.

Мощность передачи

Этот параметр первостепенен при необходимости увеличения дальности радиосвязи. Однако полученная в результате дальность не находится в прямой зависимости от мощности излучения. Для модулей ВЧ мощность излучения выражается в милливаттах (мВт) или децибелах относительно милливатта (дБм). Регламентированная мощность большинства распространенных модулей составляет 10 мВт.

Соответствие между мВт, дБм и мкВ

Децибел (дБ) характеризует отношение двух величин, в частности, отношение двух сигналов. Отношение двух величин в децибелах, называемое коэффициентом усиления (G), рассчитывается по следующей формуле:

$$G = 20\log\left(\frac{U_2}{U_1}\right).$$

В данном случае выполняется вычисление коэффициента усиления по напряжению U_2/U_1, выражаемого в дБ.

Расчет отношения мощностей (P), выражаемого в дБ, выполняется по следующей формуле:

$$P = 10\log(\frac{P_2}{P_1}).$$

Измеренный децибел показывает уровень сигнала относительно эталонного сигнала, развивающего мощность 1 мВт при импедансе, характерном для рассматриваемого типа связи (как правило, 50 Ом для радиочастот, 75 Ом для телевизионных приемников и видеообрудования и 600 Ом для аудиооборудования).

Итак, в случае с радиочастотой на эталонный элемент с импедансом 50 Ом подается мощность 1 мВт, что соответствует напряжению 224 мВ на его клеммах.

Преобразование дБм в микровольты (мкВ) выполняется по следующей формуле:

$$U = 224 \times 10^{(\frac{D}{20+3})},$$

где U – уровень напряжения, выражаемый в мкВ, а D – его соответствие в дБм.

В табл. 1.3 указана зависимость мкВ/дБм для радиосвязи при характерном импедансе 50 Ом.

В табл. 1.4 показано соответствие мощности, выраженной в мВт и дБм.

Таблица 1.3. Зависимость мкВ/дБм

Чувствительность приема											
дБм	мкВ	дБм	мкВ	дБм	мкВ	дБм	мкВ	дБм	мкВ	дБм	мкВ
–86	11,2	–91	6,3	–96	3,55	–101	2	–106	1,12	–111	0,63
–87	10	–92	5,6	–97	3,16	–102	1,78	–107	1	–112	0,56
–88	8,9	–93	5	–98	2,82	–103	1,6	–108	0,9	–113	0,5
–89	7,95	–94	4,47	–99	2,5	–104	1,4	–109	0,8	–114	0,45
–90	7,08	–95	4	–100	2,24	–105	1,26	–110	0,7	–115	0,4

Таблица 1.4. Соответсвие между мВт и дБм

Мощность в дБм или мВт							
мВт	дБм	мВт	дБм	мВт	дБм	мВт	дБм
1	0	6	7,8	15	11,8	80	19
2	3	7	8,5	20	13	100	20
3	4,8	8	9	25	14	200	23
4	6	9	9,5	30	14,8	500	27
5	7	10	10	50	17	1000	30

Чувствительность приемника

Чувствительность приемника также влияет на дальность радиосвязи, при этом чем лучше чувствительность приема, тем больше дальность. Эта величина выражается в микровольтах (мкВ) или в дБм и означает либо минимальный уровень сигнала, обнаруживаемый приемником, либо отношение сигнал – шум.

Как явствует из двух примеров, взятых из табл. 1.3, чувствительность обратно пропорциональна своему выражению в мкВ и прямо пропорциональна выражению в дБм:

- –87 дБм ⇔ 10 мкВ ⇔ средняя чувствительность приема;
- –100 дБм ⇔ 2,24 мкВ ⇔ хорошая чувствительность приема;
- –105 дБм ⇔ 1,26 мкВ ⇔ очень хорошая чувствительность приема;
- –110 дБм ⇔ 1,26 мкВ ⇔ отличная чувствительность приема.

Чувствительность связана с полосой пропускания приемника и, соответственно, со скоростью цифровой передачи.

Антенна

Для большинства устройств, оборудованных передающими модулями малой мощности (менее 10 мВт), наиболее экономичной является антенна, изготовленная из жесткого

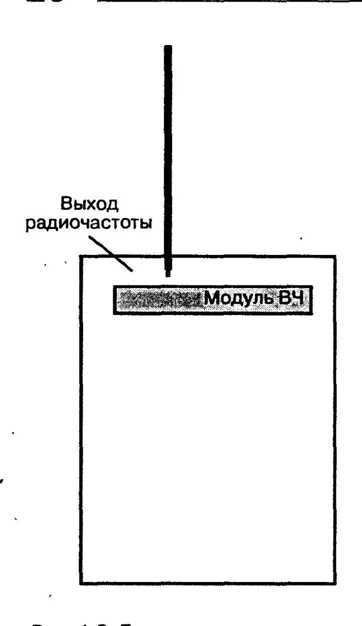


Рис. 1.3. Блок радиоуправления с самодельной антенной

электрического кабеля (рис. 1.3). К тому же при равных условиях эксплуатации дальность, достижимая при использовании антенны, предлагаемой в продаже, не является лучшей, даже если антенна выглядит более эстетично.

Однако если дальность связи является критической, следует учитывать КПД антенны. Более сложные антенны, специально сконструированные для определенной частоты, обеспечат оптимальную дальность связи с учетом обстановки, в которой они используются.

При этом следует соблюдать нормативно установленное ограничение, так как максимально разрешенная мощность передачи составляет 10 мВт. Эта мощность пред- ставляет собой полную излучаемую мощность с учетом коэффициента усиления антенны. К тому же в любом случае антенна должна быть подключена к передатчику. Соответственно, нижеприведенные рекомендации носят экспериментальный характер и не относятся к антеннам коммерческого использования.

Как правило, антенна устанавливается на некотором расстоянии от модуля ВЧ. Она может быть закреплена на стене, мачте (рис. 1.4) или такой плоской поверхности, как металлический фасад постройки или металлический капот автомашины. Для информации: для антенны длиной 16,5 см, работающей на частоте 433 МГц и установленной на плоской поверхности, оптимальный КПД достигается на минимальной площади 350×350 мм (рис. 1.5). Антенны, предлагаемые в продаже, часто оборудуются разъемом BNC (миниатюрным байонетным разъемом), который упрощает их установку и подключение.

Стена
или мачта

Коаксиальный
кабель

Рис. 1.4. Антенна, вынесенная на мачту или стену

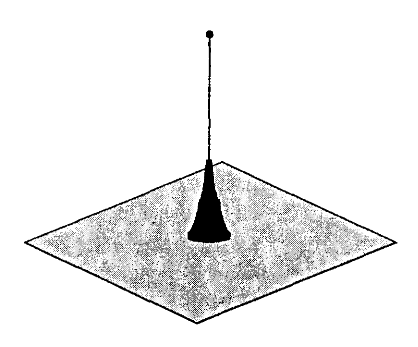


Рис. 1.5. Антенна на плоской поверхности

Особое внимание должно уделяться соединению выхода радиочастоты модуля ВЧ с антенной. Для этого используется коаксиальный кабель с импедансом 50 Ом. С одной стороны жила кабеля подключается к выходу радиочастоты передающего модуля, в то время как оплетка кабеля подсоединяется к корпусу передатчика (контакт 0 В в непосредственной близости от выхода радиочастоты). С другой стороны жила кабеля подключается к облучателю антенны, а оплетка – к поверхности крепления или противовесу. Если антенна не закреплена на поверхности или лишена противовеса, оплетка не подключается, а обрезается по возможности короче. В таком случае сам коаксиальный кабель служит противовесом антенны.

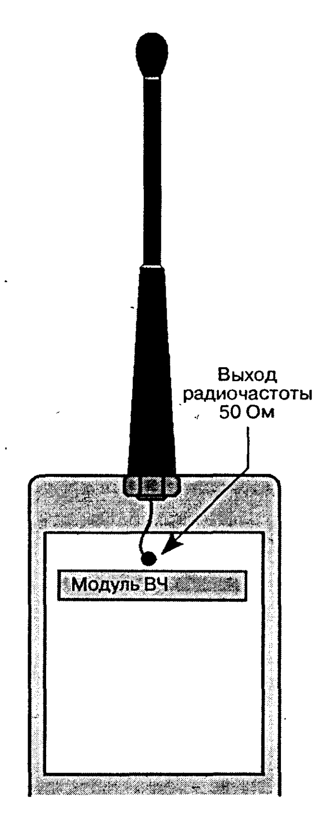


Рис. 1.6. Прямое подключение антенны, установленной на металлическом корпусе

Как правило, антенны и их противовесы должны находиться на удалении от любых металлических предметов. Оптимальное расстояние удаления составляет 1 м.

Подключение антенны, установленной на металлическом корпусе радиопередатчика, показано на рис. 1.6 и 1.7.

На рис. 1.6 выход радиочастоты модуля ВЧ находится на достаточно близком расстоянии от антенны; соответственно, для подключения использован небольшой отрезок обыкновенного провода. На рис. 1.7 показан случай использования коаксиального кабеля для подключения выхода радиочастоты к антенне, удаленной от него на расстояние, превышающее 2–3 см.

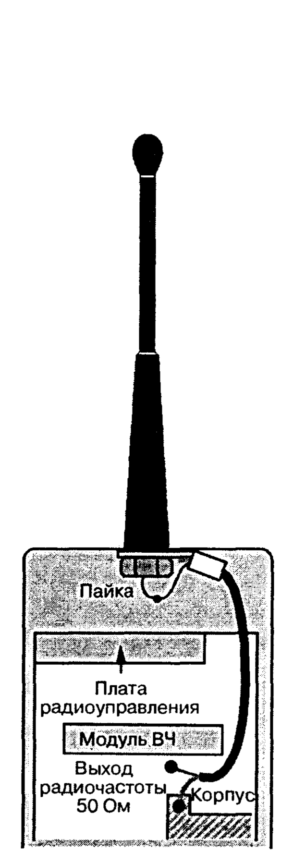


Рис. 1.7. Подключение антенны при помощи коаксиального кабеля с импедансом 50 Ом

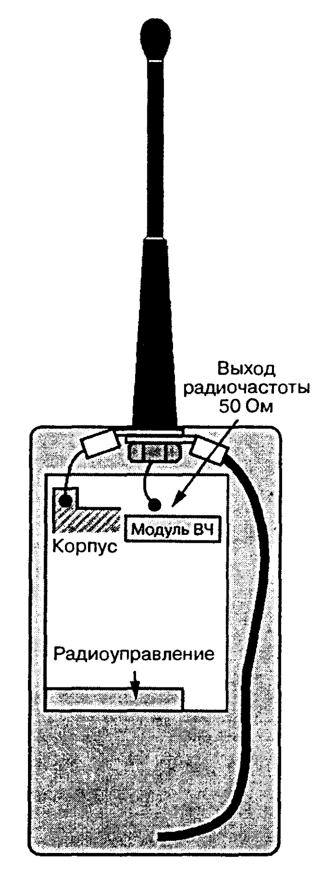


Рис. 1.8. Противовес антенны с коротким соединительным проводом

На рис. 1.8 и 1.9 показано использование противовеса в случае невозможности закрепления антенны на металлическом корпусе.

Чтобы эффективность противовеса антенны была оптимальной, необходимо удерживать противовес в вытянутом состоянии в направлении, противоположном антенне (рис. 1.10).

В данном случае лучших результатов можно достичь при использовании в качестве противовеса спиралевидной антенны, как это изображено на рис. 1.11.

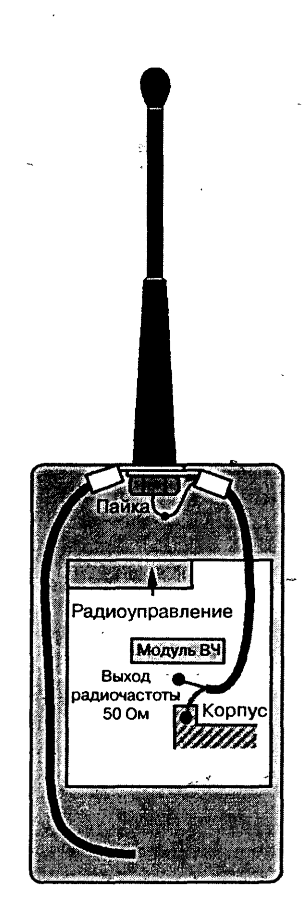


Рис. 1.9. Противовес антенны с коаксиальным кабелем

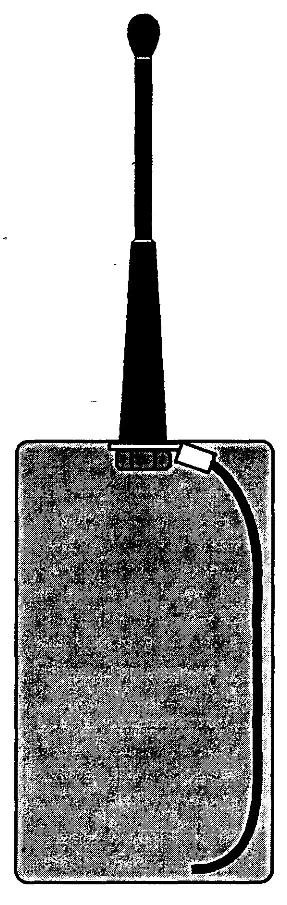


Рис. 1.10. Оптимальное использование противовеса антенны

Учитывая сравнительно небольшие размеры корпуса блока радиоуправления и длину противовеса, примерно равную длине антенны, приемлемое; но менее эффективное решение представлено на рис. 1.12 и 1.13.

Антенна из отрезка провода представляет собой самодельную антенну направленного действия. Ее легко изготовить из жесткого кабеля сечением 1,5 мм² или 2,5 мм², используемого в электропроводке. Однако не рекомендуется использовать

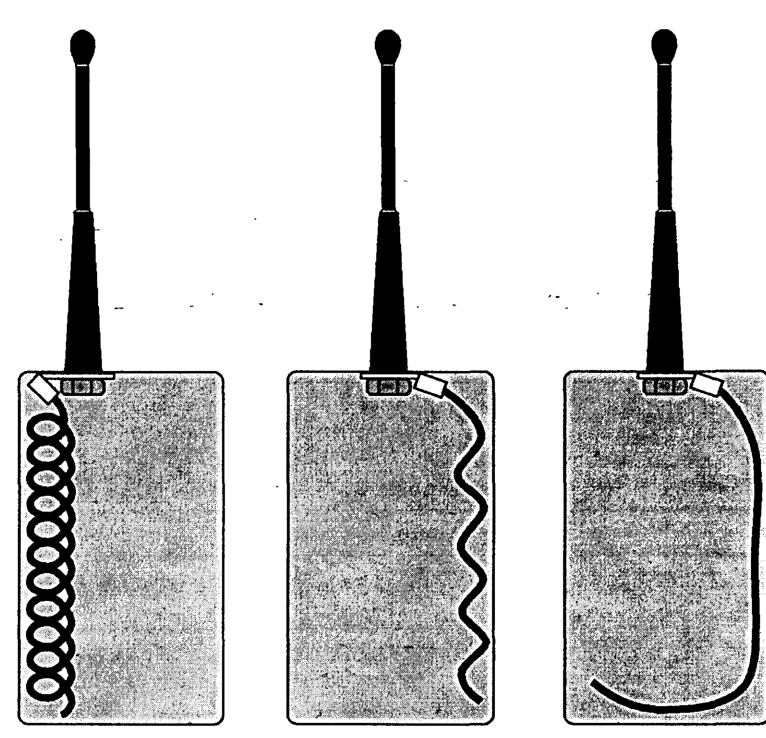


Рис. 1.11. Использование спиралевидной антены в качестве противовеса

Рис. 1.12. Менее эффективные решения

Рис. 1.13. Менее эффективные решения

провод слишком большого сечения по причине его чрезмерного механического напряжения. Предпочтительнее задействовать более гибкий провод сечением 0,6 мм^2. Длина антенны из отрезка провода должна составлять четверть длины волны, что для частоты 433,92 МГц, составляет примерно 16 см. Небольшая, более эстетичная телескопическая антенна, закрепленная непосредственно на печатной плате, также может быть выставлена на длину $\lambda/4$.

Теоретически длина L антенны из отрезка провода рассчитывается по следующей формуле:

$$L = \frac{\lambda}{4} = \frac{cT}{4} = \frac{c}{4F} = \frac{3 \times 10^8}{4F}$$

или

$$L\,(см) = \frac{\lambda}{4} = \frac{7500}{F}\,(МГц),$$

где c – скорость света, T – период волны, а F – частота волны.

Эта идеальная формула не совсем подходит для практического применения по причине физического и материального аспектов, связанных с антенной. В самом деле, поведение антенны не является идеальным, и на практике замечено, что электрическая длина антенны $\lambda/4$ или $\lambda/2$ не соответствует ее физической длине.

Следовательно, для изготовления антенны из отрезка провода длиной $\lambda/4$ или $\lambda/2$ необходимо воспользоваться формулами, указанными в табл. 1.5.

Таблица 1.5. Расчет антенны длиной λ/4 или λ/2

Длина провода для частоты				
Антенна	**Формула**	**224 МГц**	**433, 92 МГц**	**68, 35МГц**
λ/4	L (в см) = 7125 / F (в МГц)	32 см	16,5 см	8 см
λ/2	L (в см) = 14 250 / F (в МГц)	63,5 см	33 см	16,4 см

Рассчитанная длина должна соответствовать полной длине проводника, начиная от выхода радиочастоты модуля. Она должна включать в себя длину дорожки между выходом модуля и точкой соединения с антенной, а также длину возможного отрезка провода, соединяющего антенну с печатной платой.

Для справки в табл. 1.6 приведено несколько эмпирических примеров, полученных для проводных антенн длиной $\lambda/4$ без противовеса. Передатчик, использованный в данных примерах, представляет собой стандартную модель 433,92 МГц с максимальной мощностью излучения 10 мВт. Чувствительность приемника составляет –100 дБм.

Таблица 1.6. Дальность (для справки)

Преграда	Типовая дальность
Каменные стены общей толщиной 1 м	35 м
Обыкновенные сооружения	50–100 м

Таблица 1.6. Дальность (для справки)

Преграда	Типовая дальность
Видимые антенны	200 м

Антенна направленного действия

Название антенны происходит от ее внешнего вида, в особенности, когда длина волны является достаточно большой. Длина антенны направленного действия, как и длина антенны из отрезка провода, составляет четверть длины волны. Как правило, такой тип антенны используется для установки на плоской поверхности при необходимости придания конечному изделию аккуратного внешнего вида (рис. 1.14).

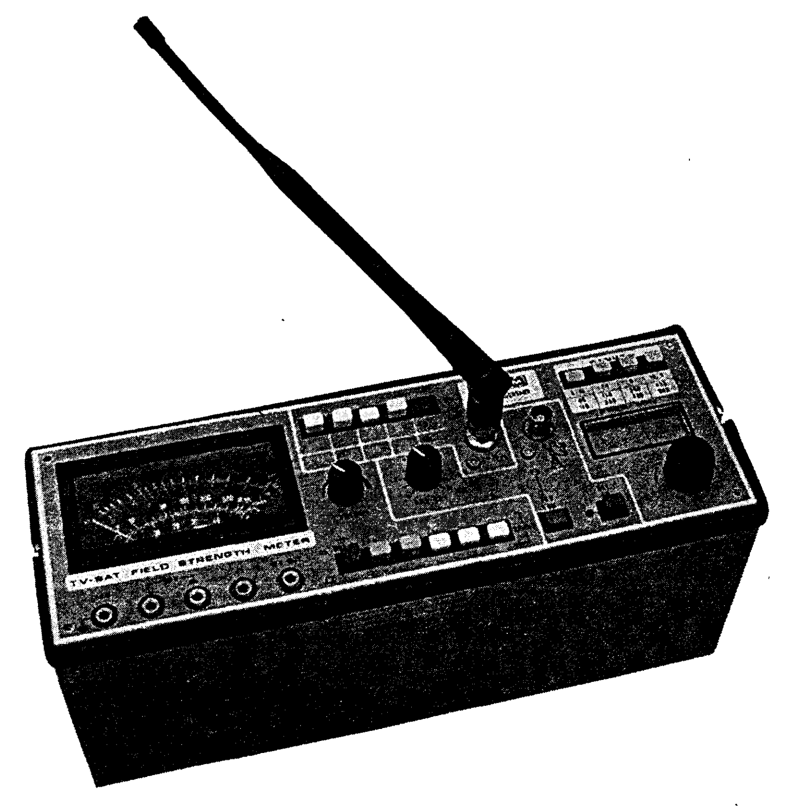


Рис. 1.14. Антенна направленного действия

Спиралевидная антенна

Эта антенна используется при недостатке места, в частности, когда необходимо установить антенну внутри пластмассового корпуса (металлический корпус образует клетку Фарадея). При этом эффективность спиралевидных антенн на 30–50% ниже эффективности четвертьволновой антенны (рис. 1.15).

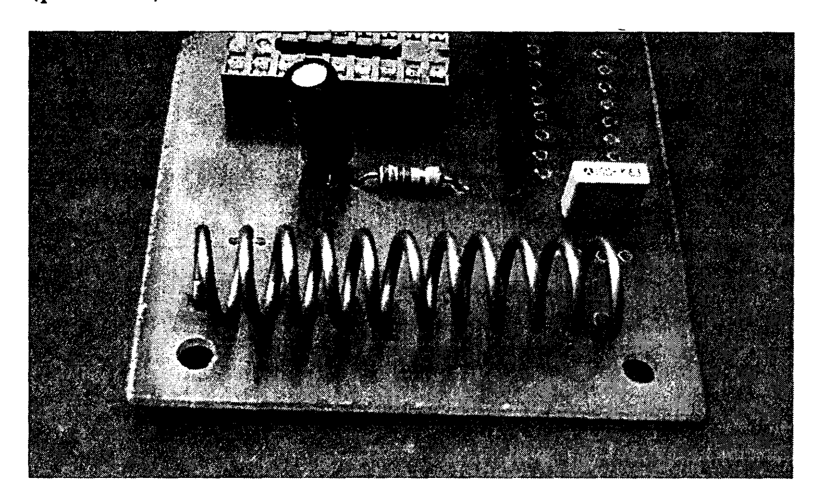


Рис. 1.15. Спиралевидная антенна ANT-433HETH

К тому же, при использовании такой антенны следует соблюдать некоторые предосторожности. Спиралевидные антенны не должны устанавливаться на слишком близком расстоянии от модулей или других массивных компонентов, способных создать значительные помехи для принимаемого сигнала. Как правило, необходимо, чтобы модуль ВЧ и спиралевидная антенна находились на расстоянии порядка 1,5 см.

Подобные антенны продаются в магазинах Lextronic с индексом ANT433HETH. Как правило, они изготавливаются из металлического провода. В условиях тестирования, идентичных условиям тестирования антенны из отрезка провода $\lambda/4$ (прохождение через каменную стену общей толщиной примерно 1 м), дальность действия спиралевидных антенн сокращается примерно на 15 м.

Для самостоятельного изготовления антенны следует использовать медный луженый или эмалированный провод диаметром 0,8–1,5 мм. Если антенна не устанавливается непосредственно на печатной плате, для ее создания рекомендуется применить провод диаметром не менее 1 мм, обладающий достаточной механической упругостью. Также можно использовать жесткий электрический кабель сечением 0,6 мм^2. На рис. 1.16 показан чертеж для изготовления спиралевидной антенны при частоте 434 МГц. Медный провод накручивается на стержень диаметром 6,5 мм (например, гладкий конец сверла) до получения одиннадцати витков, расположенных на одинаковом расстоянии друг от друга, как показано выше на рис. 1.15.

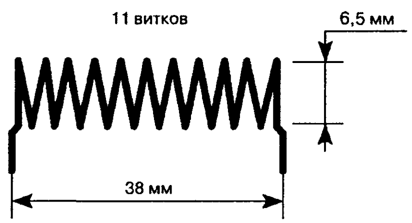


Рис. 1.16. Чертеж спиралевидной антенны для частоты 433,92 МГц

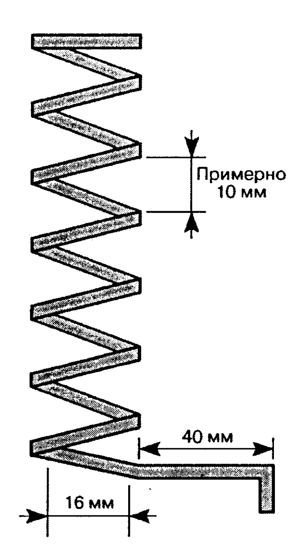


Рис. 1.17. Чертеж спиралевидной телевизионной антенны для частоты 224 МГц

На рис. 1.17 указаны механические параметры спиралевидной антенны для частоты 224 МГц.
Для изготовления этой антенны необходимо намотать семь витков жесткого провода на цилиндр диаметром 16 мм.

Спиралевидную антенну очень малых размеров, длиной менее 15 мм, предназначенную для частоты 434 МГц, можно изготовить, намотав 24 витка на гладкий конец сверла диаметром 3,2 мм (рис. 1.18).

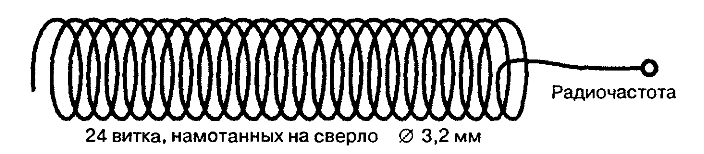


Рис. 1.18. Спиралевидная антенна малых размеров, рекомендуемая компанией Radiometrix

Несмотря на чрезвычайно малые размеры этой антенны, ее технические характеристики лишь на 30% хуже технических характеристик антенны, изготавливаемой из отрезка провода. Для создания этой спиралевидной антенны используется эмалированный провод диаметром 0,5 мм.

Всенаправленная антенна Ground Plane.

Всенаправленная высокоэффективная антенна предназначена для крепления на стене или на внешней мачте (рис. 1.19).

Она поставляется с кабелем волновым сопротивлением 50 Ом длиной 2 м, уже подключенным к антенне. На противоположном конце кабеля установлен разъем BNC.

Антенна Yagi

Антенна Yagi представляет собой антенну направленного действия, предназначенную для передачи в строго определенном направлении. Направленный характер антенны и коэффициент усиления определяются ее элементами. Элементы называются направляющими или отражающими, в зависимости от их положения относительно диполя, к которому подключен коаксиальный кабель.

Для волн со значительными длинами вместо диполя часто устанавливается петлевой вибратор. В частности, это делается в телевизионных антеннах ОВЧ (рис. 1.20).

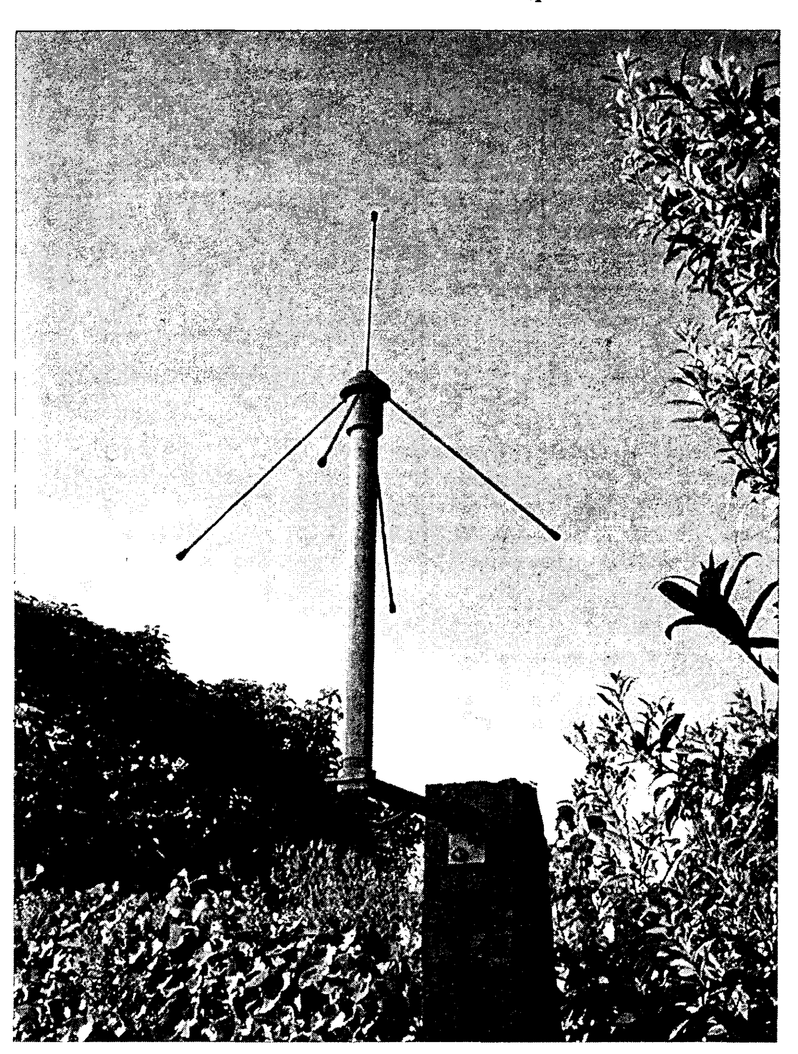


Рис. 1.19. Антенна Aurel GP на частоту 433,92 МГц

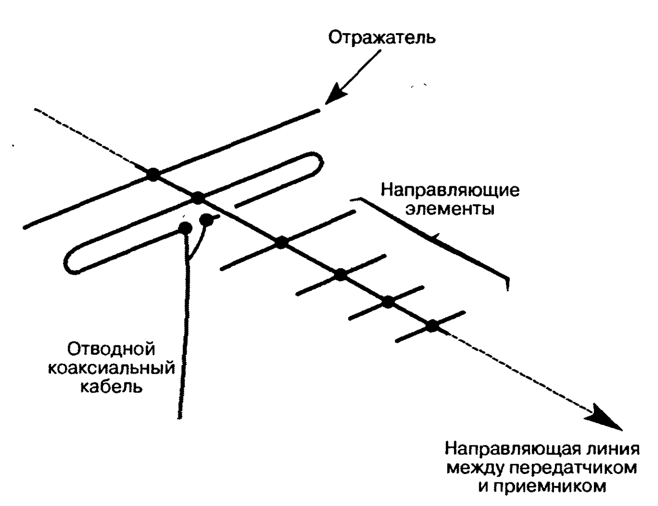


Рис. 1.20. Антенна ОВЧ Yagi

Антенна на печатной плате

Антенну небольших размеров с шириной дорожки 1 мм можно вырезать непосредственно на печатной плате в соответствии с указаниями рис. 1.21.

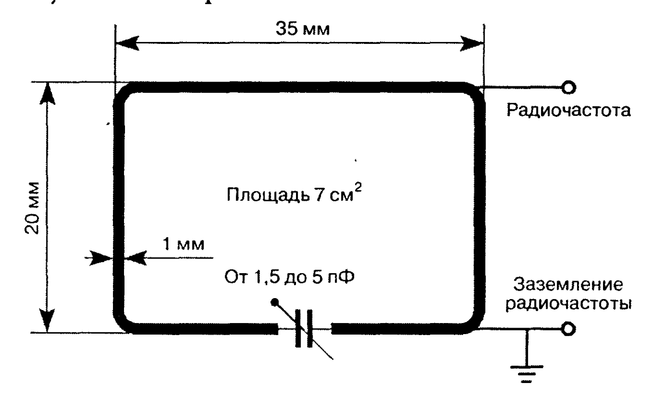


Рис. 1.21. Описание антенны, вырезаемой на печатной плате в соответствии с рекомендациями компании Radiometrix

Площадь прямоугольника, ограниченного дорожками, должна составлять от 4 до 10 см². Длина стороны, подключаемой к каскаду радиочастоты модуля, должна составлять от 15% до 25% периметра прямоугольника, что соответствует

стороне длиной 2–3,5 см для прямоугольника площадью 10 см^2 или длиной 1,3–2 см для прямоугольника площадью 4 см^2.

Ограничения при использовании модуля ВЧ

Импульсы помех

Это ограничение касается стабильности нулевого состояния выхода принимающего модуля ВЧ, когда передающий модуль находится в состоянии покоя. В самом деле, при выключении передатчика приемопередающей системы на выходе принимающего модуля могут возникать случайные состояния. Наличие помех тем более заметно, чем выше чувствительность принимающего модуля. Помехи создаются различными видами электромагнитных колебаний, например паразитными излучениями, гармониками мощных и удаленных передатчиков и т.д.

Подобное явление можно наблюдать при постоянном излучении несущей частоты (вход модуляции модуля постоянно находится на логическом уровне 1).

В конце концов, по причине данного явления становится невозможно передавать сигналы слишком низкой частоты.

Предельная частота логических сигналов

Кроме характеристик, связанных с дальностью действия, как принимающие, так и передающие модули ВЧ ограничены полосой пропускания, верхний предел которой, как правило, равен 2 кГц. Однако в некоторых модулях максимальная частота может достигать 3–4 кГц.

Этот предел означает, что в большинстве случаев частота логического сигнала, поданного на передатчик или воспроизведенного приемником, не может превышать 2 кГц. Использование слишком низкой частоты может в значительной степени замедлить прием переданного сообщения. Как правило, используются частоты порядка 1500 Гц.

Данный предел следует учитывать при расчете компонентов, определяющих работу кодирующих устройств, которые, как правило, используются совместно с системами радиоуправления.

Глава 2

Аудио- и видеопередатчики и приемники

Модуль TXFMAUDIO

Этот модуль компании Aurel является самым распространенным аудиопередатчиком ЧМ, предлагаемым на рынке. Стабильность его несущей частоты 433,8 МГц достигается за счет применения резонатора поверхностных волн. Исключительное качество модуля позволяет использовать его в системах Hi-Fi. Полоса пропускания звукового сигнала составляет от 20 Гц до 30 кГц. Для питания модуля необходимо напряжение 12 В, потребляемый ток составляет 15 мА. Включение передатчика происходит при подаче на его вход 2 логического уровня ТТЛ или КМОП напряжением 5–12 В. Напротив, при подаче на вход 2 логического уровня напряжением 0 В потребление модуля становится пренебрежимо малым.

На рис. 2.1 представлена блок-схема этого передатчика ЧМ, а на рис. 2.2 – его внешний вид.

Модуль снабжен двумя каскадами усиления низкой частоты с коэффициентами усиления 20 для первого каскада и 5 для второго каскада. Входной импеданс НЧ на контакте 4 составляет 10 кОм. Внутренняя структура модуля обеспечивает его широкое применение с малым количеством внешних компонентов.

Блок-схема

Выключатель
Усилитель 1
Усилитель 2
AMP 1
AMP 2
Модулятор ЧМ
Согла-сующая схема
22kΩ
4,7kΩ
5,6 нФ
Предыскажающий контур

Рис. 2.1. Блок-схема модуля TXFMAUDIO

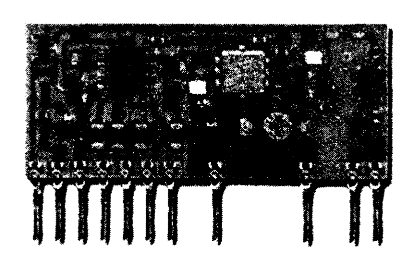


Рис. 2.2. Внешний вид модуля TXFMAUDIO

К тому же, между двумя каскадами усиления может быть установлен предыскажающий контур. Назначение контактов модуля дано в табл. 2.1.

Таблица 2.1. Цоколевка модуля передатчика TXFMAUDIO

Контакт	Назначение	Контакт	Назначение
1	+12 В	7	Вход IN2

Таблица 2.1. Цоколевка модуля передатчика TXFMAUDIO *(окончание)*

Контакт	Назначение	Контакт	Назначение
2	Включение	9	Корпус
3	Корпус	13	Корпус
4	Вход IN1	15	Антенна
5	Корпус	16	Корпус
6	Выход OUT1		

Модуль RXFMAUDIO

Этот принимающий модуль компании Aurel, работающий на частоте 443,8 МГц, предназначен для совместной работы с передающим модулем ЧМ, описанным в предыдущем параграфе (табл. 2.2).

Таблица 2.2. Цоколевка приемника RXFMAUDIO

Контакт	Назначение	Контакт	Назначение
1	+3 В	15	Порог схемы подавления шумов (0–3 В)
2	Корпус	16	Корпус
3	Антенна	18	Выход с отключением звука (MUTE)
7	Корпус	19	Вход отключения звука (MUTE) (3–25 В)
10	Выход НЧ	20	Корпус
11	Корпус		

На рис. 2.3 показана блок-схема супергетеродинного приемника ЧМ с промежуточной частотой 10,7 МГц. Приемник обладает исключительно высокими характеристиками с учетом его небольших размеров. Модуль представляет собой настоящий приемник ЧМ, который может быть использован

в системах Hi-Fi. Его полоса пропускания НЧ составляет от 20 Гц до 20 кГц. Приемник снабжен схемой подавления шумов, порог которой может регулироваться при помощи внешнего потенциометра. Напряжение питания приемника составляет 3 В, а потребляемый ток – всего 15 мА, что позволяет применять приемник в переносных системах, используя для его питания обыкновенную литиевую батарею напряжением 3 В. (рис 2.4)

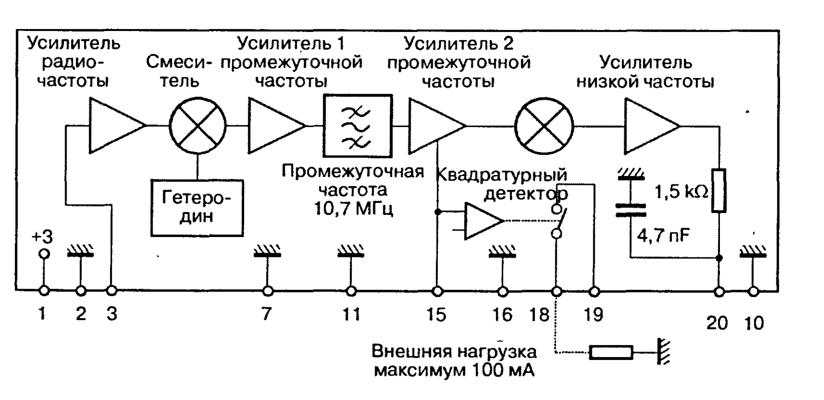


Рис. 2.3. Блок-схема приемника RXFMAUDIO

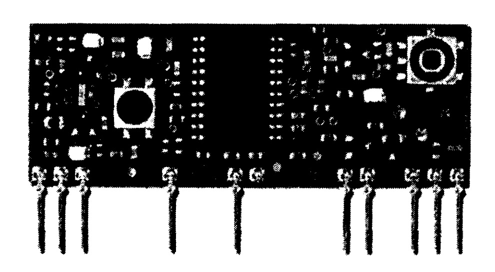


Рис. 2.4. Внешний вид модуля

Модули MAV224-ОВЧ и MAV479-УВЧ

Модули MAV компании Aurel представляют собой модуляторы аудио и видеосигналов, или, проще говоря, телевизионные микропередатчики малой мощности (не более 2 мВт при

нагрузке 75 Ом). Указанные версии модулей являются полностью взаимозаменяемыми (табл. 2.3) и обладают близкими основными характеристиками (табл. 2.4). Блок-схема, общая для обоих передатчиков, представлена на рис. 2.5, а их внешний вид – на рис. 2.6.

Таблица 2.3. Цоколевка модуляторов – телевизионных передатчиков MAV

Контакт	Назначение
1	Корпус
2	Вход аудиосигнала 1 В постоянного тока
3	Корпус
4	Стандартный вход видеосигнала
7	Корпус
8	+5 В
10	Корпус
11	Антенна

Таблица 2.4. Характеристики модулей MAV

	Характеристики		
	Телевизионный канал	**2**	**22**
Видео-сигнал	Несущая частота	224,5 МГц (±75 кГц)	479,5 МГц (±75 кГц)
	Тип модуляции	Отрицательная PAL	
	Уровень на входе	1,2 В постоянного тока, максимальный	
Аудио-сигнал	Поднесущая частота	5,5 МГц	
	Модуляция	ЧМ с девиацией частоты ±70 кГц	
	Входной импеданс	100 кОм	

Таблица 2.4. Характеристики модулей MAV *(окончание)*

	Характеристики		
	Телевизионный канал	**2**	**22**
Аудио-сигнал	Уровень на входе	1 В постоянного тока, типовой	
	Внутреннее предыскажение	50 мкс	

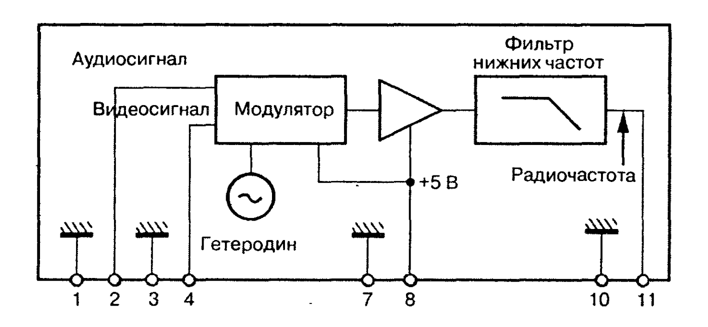


Рис. 2.5. Блок-схема модуля MAV-XXX

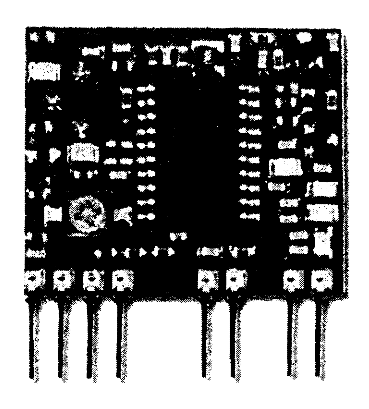


Рис. 2.6. Внешний вид модуля MAV-XXX

Эти телевизионные передатчики были разработаны для непосредственного подключения без адаптирующего интерфейса к видеооборудованию, например видеомагнитофону. Выходной сигнал может подаваться либо на вход коаксиальной линии с импедансом 75 Ом для применений, обладающих значительными потерями в линии, либо на антенну в четверть длины волны. Передаваемый сигнал предназначен для приема телевизионным приемником. Учитывая тип модуляции (отрицательная PAL и звук ЧМ), телевизионный приемник должен быть мультистандартной модели.

Типичное использование

На рис. 2.7 представлена схема типичного подключения передатчика мощностью 2 мВт.

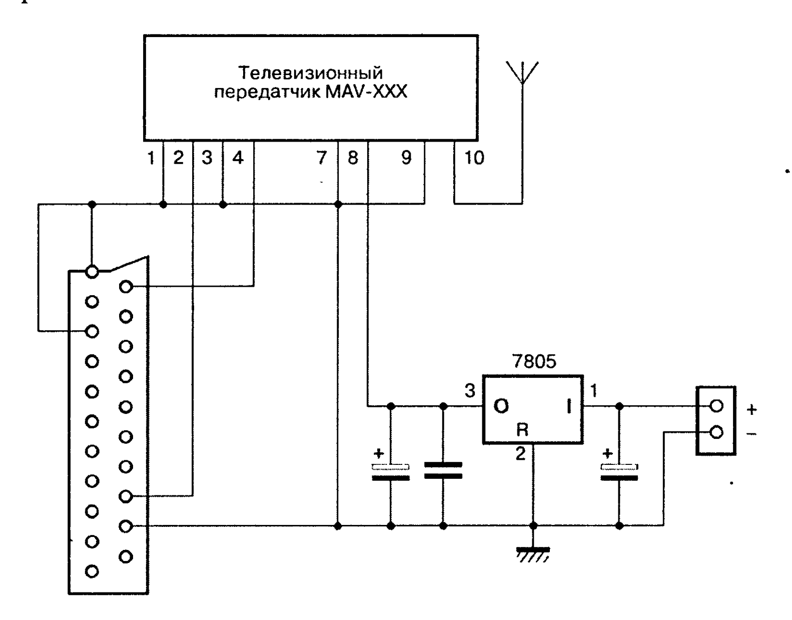


Рис. 2.7. Схема типичного подключения

Монофонический аудиосигнал с контакта 6 и видеосигнал с контакта 20 телевизионного разъема подаются непосредственно на входы модулятора модуля MAV-XXX. Стандартный стабилизатор 78L05 обеспечивает подачу тока 90 мА

и напряжения 5 В, необходимых для нормальной работы модуля MAV-XXX.

Модули MCA224/MCA479

Модули компании Aurel MCA224/MCA479 представляют собой модули усиления мощности. Они предназначены для усиления радиочастотного сигнала ОВЧ или УВЧ, подаваемого телевизионным передатчиком малой мощности. Эти усилители особо эффективны при использовании с модулями MAV224-VHF или MAV479-UHF, так как настроены соответственно на частоту 224,5 МГц и 479,5 МГц и рассчитаны на максимальную мощность, подаваемую данными передатчиками. Цоколевка и характеристики этих двух модулей идентичны (табл. 2.5).

Таблица 2.5. Цоколевка усилителей мощности телевизионных передатчиков MCA

Контакт	Назначение	Контакт	Назначение
1	+12 В	7	Корпус
2	Включение	10	Корпус
3	Корпус	13	Корпус
6	Вход радиочастоты	15	Антенна

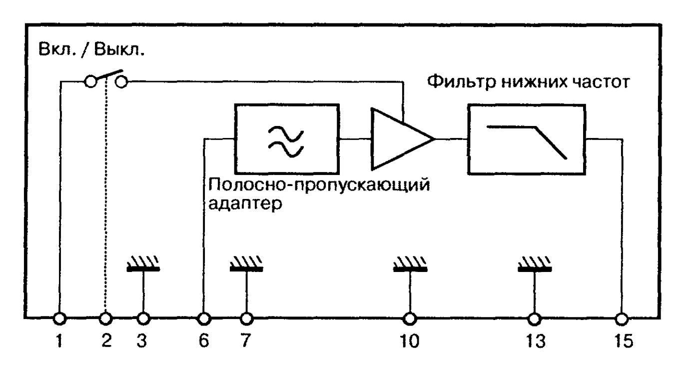


Рис. 2.8. Блок-схема модуля MCA-XXX

Их выходная мощность составляет примерно 80 мВт при нагрузке 50–75 Ом и максимальной входной мощности 2 мВт. Заявленное типовое значение подавления интермодуляционных компонентов сигнала составляет 50 дБ.

Блок-схема, общая для обоих усилителей передатчиков мощностью 2 мВт, представлена на рис. 2.8. Контактом 2 обеспечивается управление включением усилителя без необходимости прерывания его цепи питания. При подаче на этот вход низкого логического уровня усилитель переводится в дежурный режим. При подаче высокого логического уровня происходит включение усилителя.

Для работы усилителей мощности необходимо напряжение 12 В при силе тока 100 мА. Усилители должны устанавливаться на радиаторе, особенно при повышенной температуре окружающего воздуха. Во избежание перегрева данные модули не следует устанавливать в герметично закрываемом корпусе. Внешний вид модуля MCA-XXX показан на рис. 2.9.

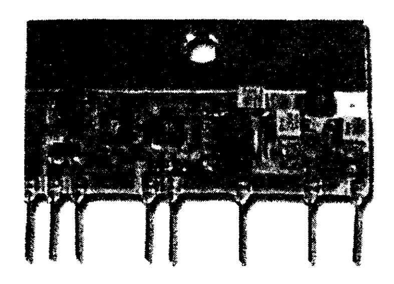


Рис. 2.9. Внешний вид модуля MCA-XXX

Типичное использование

На рис. 2.10 представлена схема типичного использования модуля MAV-XXX, предназначенного для совместной работы с ранее упомянутым модулятором-передатчиком мощностью 2 мВт. Модули устанавливаются на двусторонней плате, изготовленной из эпоксидного пластика FR4, образуя единый контур соединения с корпусом. Усилитель MCA крепится к плате при помощи винтового соединения, скрепляющего его с корпусом. При этом плата и цепь соединения с корпусом

служат термическим радиатором. Длина печатных проводников радиочастоты должна быть минимальной, а их ширина должна выбираться в соответствии с толщиной платы. Для платы 10/10 ширина дорожек должна составлять 1,8 мм, а для стандартной платы 16/10 – 2,9 мм.

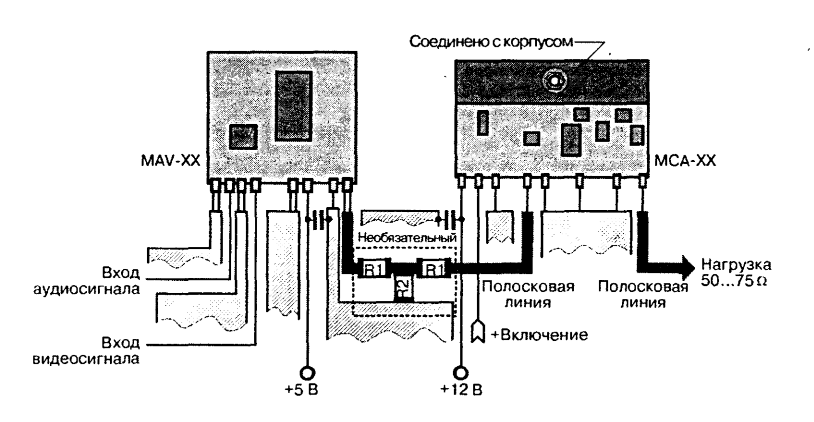


Рис. 2.10. Схема использования модуля усиления MCA совместно с передающим модулем MAV

Для работы модулей используется два стабилизатора питания, так как для модулятора MAV-XXX необходимо питание 5 В.

Максимальная мощность излучения MCA-XXX достигается путем непосредственного подключения выхода радиочастоты модулятора ко входу радиочастоты усилителя MCA. Однако для улучшения интермодуляционных искажений примерно на 10 дБ между двумя модулями следует установить аттенюатор 2–3 дБ. В табл. 2.6 указаны значения резисторов для ослабления на 2 и 3 дБ.

Таблица 2.6. Значения резисторов аттенюатора

Ослабление	R1	R2
2 дБ	5,6 Ом	120 Ом
3 дБ	8,2 Ом	150 Ом

Глава 3

Радиоуправляемая камера высокой частоты

В результате технологического развития на авансцене появились небольшие, предварительно настроенные и простые в применении радиочастотные модули, упростившие изготовление систем радиоуправления и других высокочастотных приборов. На волне успеха первых компактных устройств появились и другие модули, среди которых модули MAV компании Aurel, обеспечивающие одновременную радиопередачу видео- и аудиосигнала в диапазоне ОВЧ или УВЧ.

При помощи таких модулей изготовление беспроводных систем видеонаблюдения становится простым и доступным для всех. В случае необходимости автоматического включения передатчика модули снабжаются детектором звукового сигнала. Такая необходимость существует, в частности, при наблюдении за детьми. Передатчик может прекрасно справиться с ролью няни.

В этом примере предлагаемое устройство позволит родителям переключить внимание со своего ребенка на другую деятельность, при этом наблюдая за ним краем уха или глаза. В самом деле, хорошо иметь возможность непрерывно слышать своего малыша, а постоянно наблюдать за ним – еще

лучше. Такое наблюдение осуществляется в любой ситуации, когда под рукой есть компактный переносной телевизор. Уже существуют недорогие модели телевизоров с размером экрана 10 см, а специальный пульт дистанционного управления обеспечивает включение видеопередатчика в любых ситуациях.

Вход видеосигнала является стандартным, что позволяет подключить к передатчику недорогую миниатюрную камеру или старую видеокамеру. В качестве опции также возможно автоматическое управление искусственным освещением, которое может оказаться очень полезным в случае сильной затемненности помещения или ночью.

Схема

Принцип действия

Как видно на блок-схеме, представленной на рис. 3.1, сигнал, улавливаемый компактным микрофоном, усиливается для последующей обработки телевизионным передатчиком и детектором звукового уровня, управляющим включением телевизионного передатчика и камеры. Многократно включаемое реле времени поддерживает питание устройства наблюдения в течение не менее 20 с. Напротив, когда включение выполнено при помощи радиосигнала, задержка продлевается до 1 мин 40 с, что достаточно для проведения наблюдения. В случае значительной затемненности происходит срабатывание автоматической системы включения освещения, построенной на базе фоторезистора (резистора, сопротивление которого изменяется в зависимости от окружающей освещенности). Эта система управляет транзистором с открытым коллектором, способным активировать реле или интерфейс сети питания. По умолчанию на плате предусмотрено электронное реле, но его установка необязательна.

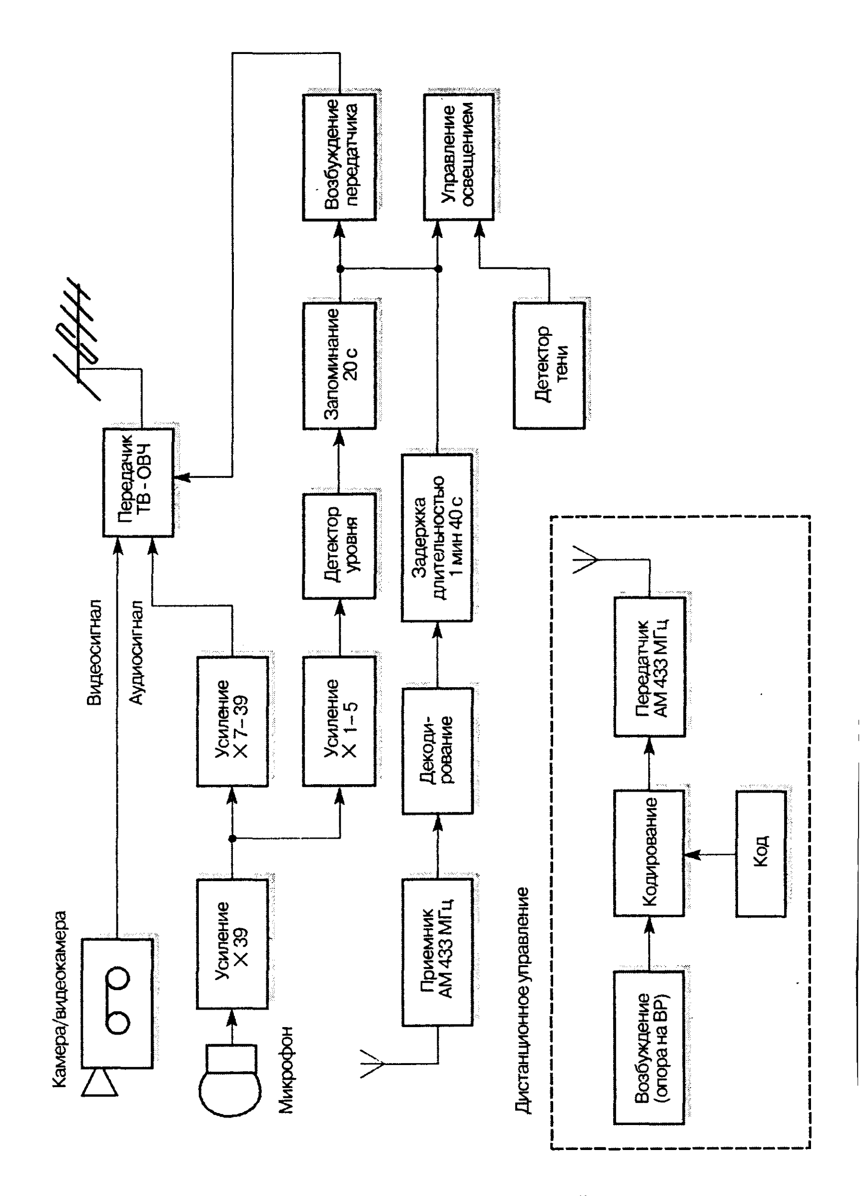


Рис. 3.1. Блок-схема радиоуправляемой камеры

Предварительное усиление

На рис. 3.2 представлена схема радиоуправляемой камеры ВЧ.

На схеме вы можете увидеть счетверенный операционный усилитель, используемый одновременно для усиления сигнала, улавливаемого микрофоном, и обнаружения подъема звукового уровня. Используется микрофон электретного типа. Он подключен к питанию через резистор R12, цепь R11/C12 образует фильтр питания. Колебания напряжения, производимые микрофоном, очень малы и составляют порядка нескольких милливольт. Они накладываются на постоянную составляющую его напряжения питания. Эти колебания подаются на входной резистор R1 предварительного усилителя. Конденсатор C1 изолирует постоянные составляющие между микрофоном и предварительным усилителем и определяет нижнюю частоту отсечки последнего. Операционный усилитель CI1C представляет собой классический инверсный усилитель, неинвертирующий вход которого смещен в пропорции Vcc/2 или 2,5 В делителем напряжения R13/R15/R14. Коэффициент усиления предварительного усилителя составляет 39.

Усиление и обнаружение

Предварительно усиленный сигнал подается на вход двух инверсных усилителей с регулируемым коэффициентом усиления. Один из усилителей, построенный на базе интегральной схемы CI1D, обеспечивает усиление аудиосигнала для получения сигнала с амплитудой, соответствующей аудиовходу телевизионного передатчика, то есть примерно 1 В при полном размахе. Коэффициент усиления этого усилителя регулируется в пределах 7–39 при помощи переменного резистора Aj2. Конденсаторы C5 и C4 изолируют, соответственно, постоянную составляющую между предварительным усилителем и усилителем и между усилителем и передатчиком U1. Конденсатор C6 обеспечивает ограничение полосы пропускания усилителя аудиосигнала.

Второй усилитель, собранный на базе интегральной схемы CI1B, усиливает сигнал, который затем сравнивается интегральной схемой получается благодаря наличию в дели-

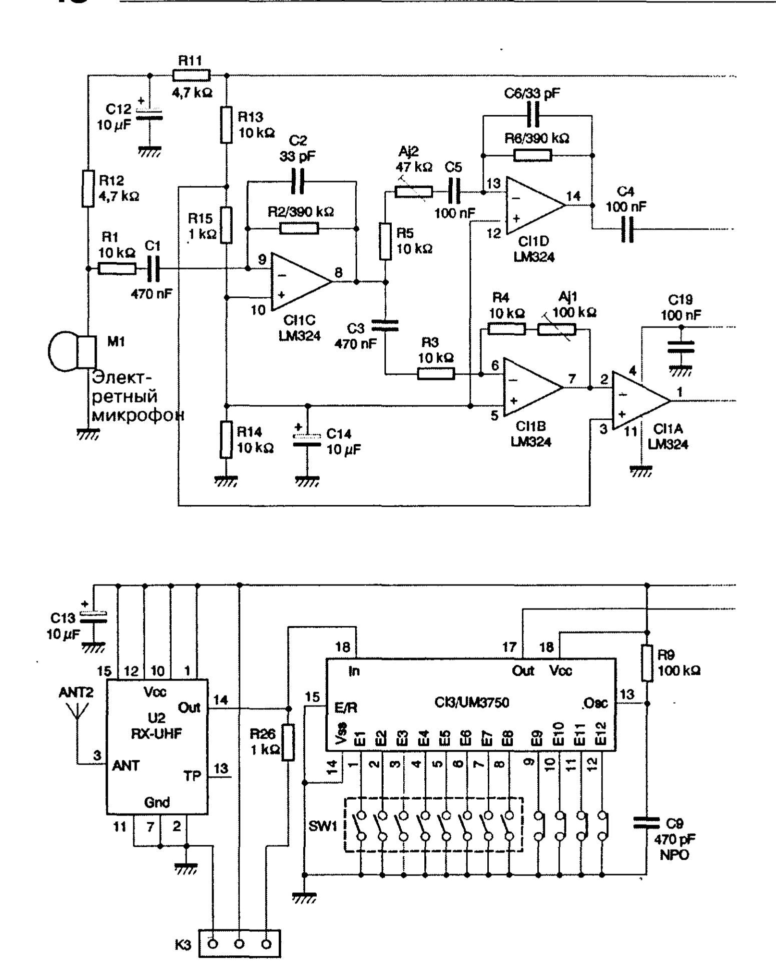


Рис. 3.2. Схема радиоуправляемой камеры

резистора Aj1. Как только, например, плач ребенка или шум превысил звуковой уровень, установленный резистором Aj1, выход компаратора CI1A переходит с высокого логического уровня на низкий. Это изменение логического состояния временно запоминается интегральной схемой CI2A. Конденсатор C3 обеспечивает изоляцию постоянных составляющих между двумя каскадами усиления.

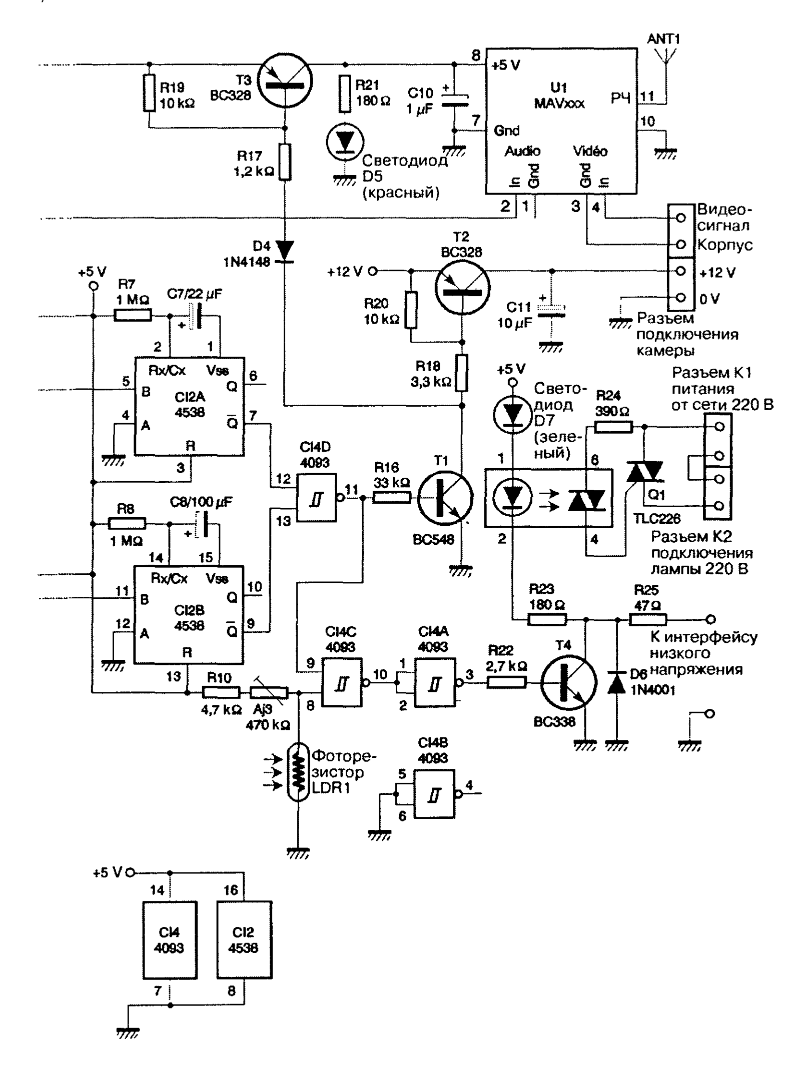


Рис. 3.2. Схема радиоуправляемой камеры *(окончание)*

Прием высокой частоты

Сигнал радиоуправления работой камеры ВЧ принимается модулем U2, представляющим собой приемник AM, ОВЧ. Демодулированный сигнал подается на контакт 14 этого

модуля, снабженного 15 контактами, расположенными в один ряд. После этого сигнал декодируется интегральной схемой CI3 марки UM3750, которая выполняет роль декодера. Конфигурирующий контакт 15 этой схемы подключен к корпусу. Рабочая частота CI3 совпадает с рабочей частотой кодера радиоуправления. Она определяется значением компонентов R9 и C9. Если принятый код является верным, то на выходе 17 интегральной схемы CI3 появляется отрицательный импульс. Это подтверждение также временно запоминается интегральной схемой CI2B. Конечно, конфигурация двенадцати входов интегральной схемы CI3 должна быть строго идентичной конфигурации кодера радиоуправления.

Через разъем K3 обеспечивается подключение любого другого дистанционно управляемого устройства, например электрической скобы входной двери. На этот разъем подается напряжение питания 5 В и выходной сигнал приемника ВЧ, обрабатываемый декодером. Однако данная опция требует, чтобы приемник был экранированным, селективным и обладал очень узкой полосой пропускания радиочастоты по уровню –3 дБ вблизи частоты 500 МГц, то есть был таким, как модуль Aurel NB-CE. К тому же для лучшего разделения частот необходима модель ОВЧ телевизионного передатчика.

Запоминание

Две схемы с одним устойчивым состоянием используются для временного запоминания порядка включения телевизионного передатчика, камеры и окружающего освещения. Включение этих реле времени (CI2A и CI2B) происходит по заднему фронту логического сигнала, присутствующего на их входе B.

Интегральная схема CI2A представляет собой реле времени многократного включения. Таким образом, теленаблюдение остается непрерывно активным в течение всего времени, когда происходят звуковые колебания. Излучение телевизионного сигнала происходит на протяжении не менее 20 с. Эта выдержка Tempo1 определяется отношением:

Tempo1 = R7 × C7 = 22 с.

Реле времени CI2B предназначено для работы с устройством радиоуправления и обеспечивает более длительную выдержку Tempo2, необходимую для комфортного наблюдения. Выдержка Tempo2 определяется отношением:

Tempo2 = R8 × C8 = 100 с.

Телевизионный передатчик

Работа телевизионного передатчика управляется транзистором T3, который выполняет роль замкнутого или разомкнутого ключа в зависимости от того, проводит ли он ток. Насыщение транзистора T3 обеспечивается проводимостью транзистора T1, управляемого логическим элементом CI4D. Хотя данный элемент является элементом **И-НЕ**, он устанавливает логическую функцию **ИЛИ** между двумя командами включения передатчика (радиоуправление или обнаружение звука). В самом деле, состояние низкого логического уровня на одном или двух входах элемента **И-НЕ** создает высокий логический уровень на его выходе 11. При этом происходит подача напряжения 5 В на резистор R16. Ток базы, проходящий через резистор R16, насыщает транзистор T1. При этом в цепь коллектора транзистора T1 подается ток базы транзисторов T2 и T3. Пропуская через себя достаточно высокий ток базы, транзисторы T2 и T3 насыщаются, а их цепь эмиттер – коллектор может рассматриваться как замкнутый ключ. При этом все время, в течение которого активны одна или обе задержки, на телевизионный передатчик подается напряжение 5 В, а на камеру – 12 В. При этом происходит загорание светодиода D5 со свечением красного цвета, ток смещения которого ограничивается резистором R21 примерно до 15 мА.

Автоматическая система управления освещением

Если ваша камера обладает недостаточной чувствительностью, или вы применяете ее в ночное время, для отчетливой визуализации необходимо использовать освещение малой мощности. Однако при применении радиоуправляемой камеры

в качестве видеоняни следует избегать использования прямого освещения или прожекторов, яркость которых способна увеличить раздражение ребенка.

Во избежание систематического включения освещения радиоуправляемая камера снабжена автоматической системой управления освещением. Изначально сигнал управления освещением является тем же, что и сигнал управления камерой, – это логический сигнал, присутствующий на контакте 11 элемента CI4D. Однако его подтверждение производится логическим элементом CI4C, который подавляет сигнал при достаточном уровне окружающего освещения. В самом деле, в случае значительного затемнения напряжение, присутствующее на входе 8 логического элемента CI4C, соответствует высокому логическому уровню, так как сопротивление фоторезистора LDR1 очень велико. При этом логический элемент **И-НЕ** CI4C играет роль инвертора, а сигнал управления находится на выходе 3 инвертора CI4A. Если данный сигнал равен 1, транзистор T4 насыщается, и происходит включение окружающего освещения. Наоборот, в случае достаточности окружающего освещения фоторезистор LDR1 устанавливает высокий логический уровень на входе 8 CI4C, в результате чего выход 10 данного элемента устанавливается в состояние 1 вне зависимости от состояния контакта 11 элемента CI4D. Соответственно, транзистор T4 запирается, и включения искусственного освещения не происходит.

Использование электронного реле

Электронное реле выполнено на базе оптосимистора, который изолирует сеть высокого напряжения от цепи низкого напряжения платы и подает включающий импульс на симистор Q1. Симистор Q1 играет роль управляемого ключа. При насыщении транзистора T4 происходит загорание светодиода D7, симистор становится проводящим, и лампа загорается. При запирании транзистора T4 светодиод DL2 неактивен, отсутствует прохождение тока через диод – излучатель инфракрасных лучей оптосимистора CI7, симистор остается блокированным, и загорания лампы не происходит.

Использование внешнего интерфейса

Если вы желаете использовать транзистор T4 для управления интерфейсом низкого напряжения или внешним механическим реле, компоненты R23, R24, D7 и CI7 на плате не устанавливаются. В данном случае R25 и D5 обеспечивают защиту транзистора T4, используемого с открытым коллектором. Если в качестве нагрузки используется реле 5 В, то вместо резистора R25 следует установить перемычку, чтобы не создавать слишком большое падение напряжения.

Питание

На рис. 3.3 показан источник питания для схемы радиоуправляемой камеры.

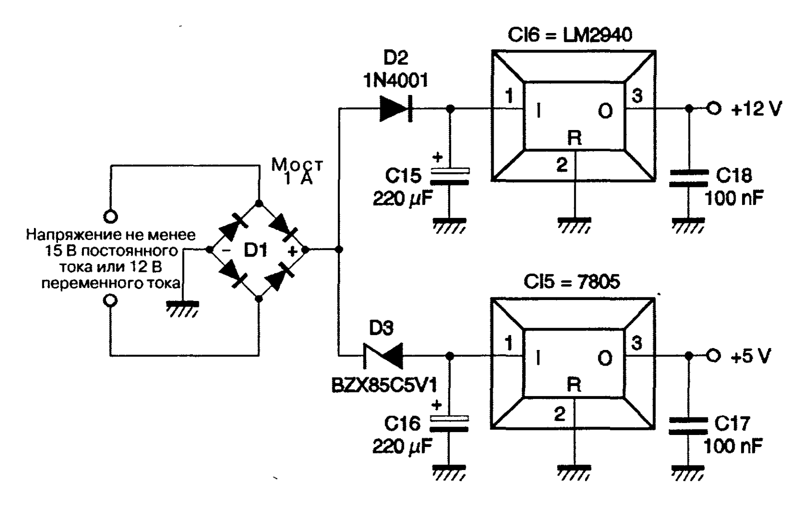


Рис. 3.3. Источник питания радиоуправляемой камеры

Для питания платы может использоваться либо напряжение 15 В постоянного тока, либо напряжение 12 В переменного тока. Источник напряжения должен подавать не менее 300 мА. Зачастую такой выходной силой тока обладают сетевые блоки питания. Подаваемое напряжение выпрямляется диодным мостом D1, что позволяет не заботиться о полярности и токе источника напряжения. Выпрямленное таким

образом напряжение подается на стабилизаторы напряжения через диоды D2 и D3. Такое включение позволяет получить сглаживание выпрямленного напряжения на входе стабилизатора 5 В, отличное от сглаживания, выполняемого конденсатором C15 на входе стабилизатора 12 В. К тому же, стабилитрон обеспечивает падение напряжения на входе стабилизатора 5 В. Таким образом, нагрев стабилизатора напряжения 5 В ограничивается за счет уменьшения среднего напряжения, подаваемого на его вход. Небольшая особенность заключается также в применении стабилизатора напряжения 12 В марки LM2940 вместо классического стабилизатора 7812 с целью использования минимального входного напряжения. В самом деле, для стабилизатора напряжения LM2940 разница минимального напряжения между входом и выходом составляет 0,5 В против 3 В для стандартного стабилизатора 7812.

Изготовление

Внешний вид системы радиоуправления показан на рис. 3.4. Размер печатных проводников и площадок, а также расстояние между ними должны соответствовать чертежу печатной платы (рис. 3.5).

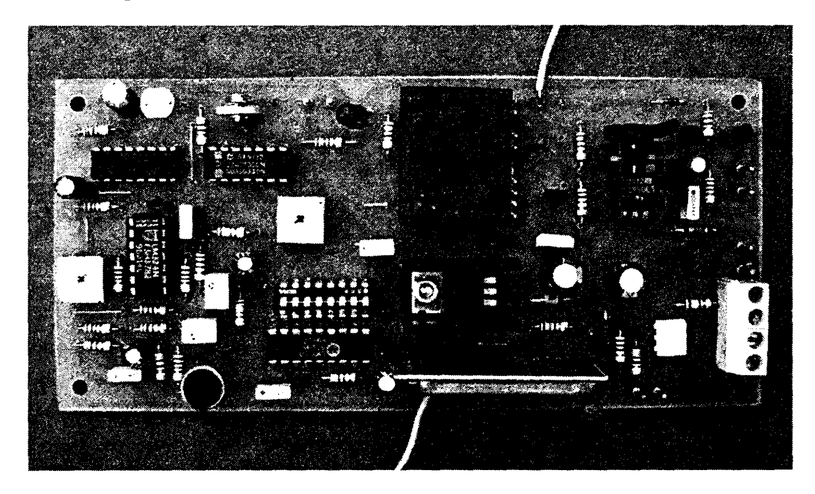


Рис. 3.4. Внешний вид платы радиоуправления

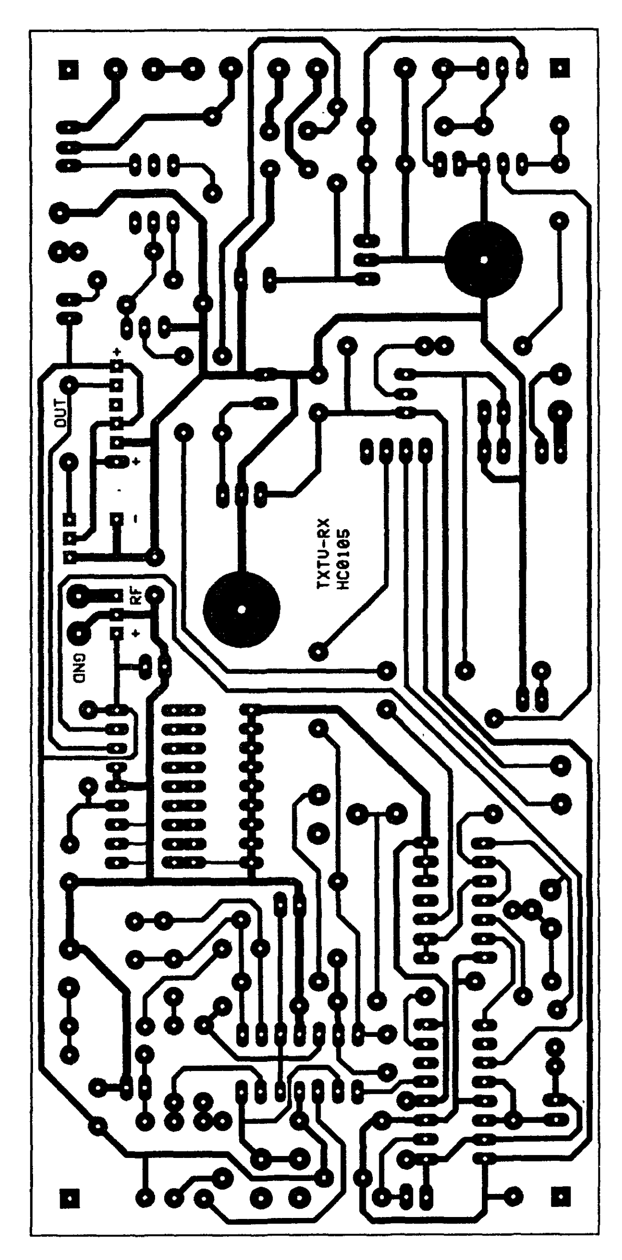


Рис. 3.5. Чертеж печатной платы

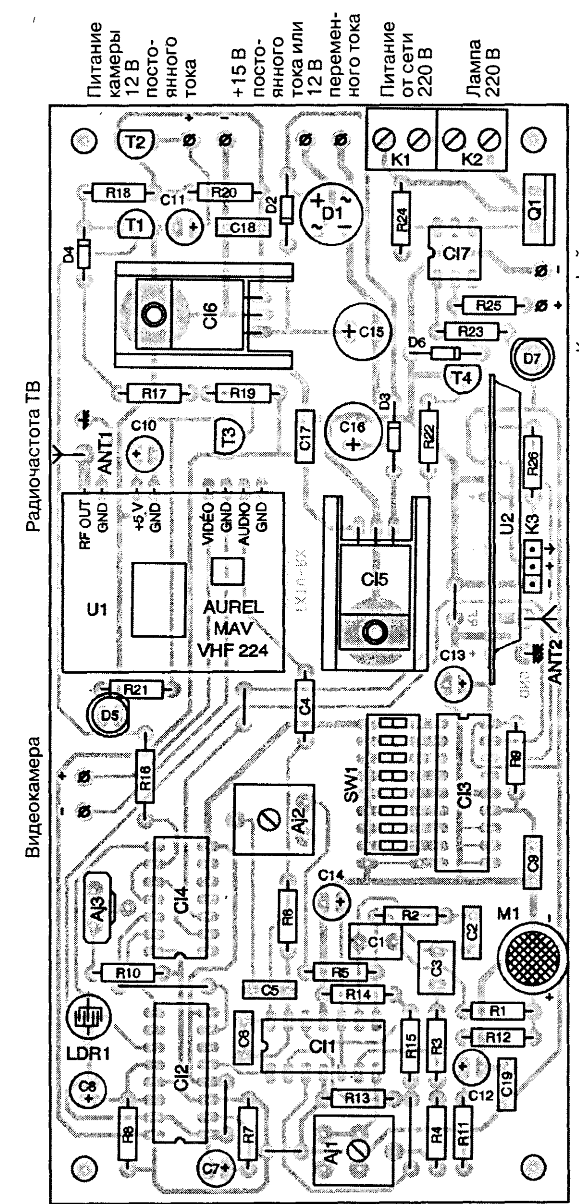


Рис. 3.6. Размещение компонентов на плате

Для упрощения монтажа компонентов сборку следует начинать с установки шести перемычек. Перемычки SP1 и SP2 являются необязательными (рис. 3.6). После этого припаиваются диоды и резисторы. Затем следуют все остальные компоненты, устанавливаемые последовательно в соответствии с их высотой. Обращайте внимание на направление установки поляризованных компонентов – частых виновников отказов. Контакты стабилизаторов следует припаивать только после их надежного закрепления на печатной плате вместе с радиатором. Телевизионный передатчик рекомендуется установить в горизонтальном положении, предварительно согнув его контакты на 90° при помощи плоского пинцета. Механическую жесткость контактов передатчика можно улучшить, нанеся на них немного силиконового клея-мастики.

Перечень элементов

Резисторы:

- R1, R3, R4, R5, R13, R14, R19, R20 – 10 кОм (коричневый, черный, оранжевый);
- R2, R6 – 390 кОм (коричневый, белый, оранжевый);
- R7, R8 – 1 МОм (коричневый, черный, зеленый);
- R9 – 100 кОм (коричневый, черный, желтый);
- R10, R11, R12 – 4,7 кОм (желтый, фиолетовый, красный);
- R15, R26 – 1 кОм (коричневый, черный, красный);
- R16 – 33 кОм (оранжевый, оранжевый, оранжевый);
- R17 – 1,2 кОм (коричневый, красный, красный);
- R18 – 3,3 кОм (оранжевый, оранжевый, красный);
- R21, R23 – 180 Ом (коричневый, серый, коричневый);
- R22 – 2,7 кОм (красный, фиолетовый, красный);
- R24 – 390 Ом (оранжевый, белый, коричневый);
- R25 – 47 Ом, 1–2 Вт (желтый, фиолетовый, черный);
- Aj1 – 100 кОм, переменный;
- Aj2 – 47 кОм, переменный;
- Aj3 – 220 кОм или 470 кОм, переменный;
- LDR1 – фоторезистор.

Конденсаторы:

- C1, C3 – 470 нФ;
- C2, C6 – 33 пФ;
- C4, C5, C17, C18, C19 – 100 нФ;
- C7 – 22 мкФ, 25 В;
- C8 – 100 мкФ, 10 В;
- C9 – 470 пФ ± 5%, группа NPO по ТКЕ;
- C10 – 1 мкФ, 10 В, танталовый;
- C11, C12, C13, C14 – 10 мкФ, 25 В;
- C15, C16 – 220 мкФ, 16 В.

Полупроводниковые приборы:

- D1 – диодный мост 1 А;
- D2, D6 – диоды 1N4001;
- D3 – стабилитрон 5,1 В; 1,3 Вт – BZX85C5V1;
- D4 – диод 1N4148;
- D5 – светодиод со свечением красного цвета;
- D7 – светодиод со свечением зеленого цвета;
- T1 – транзистор BC548;
- T2, T3 – транзисторы BC328, BC327;
- T4 – транзисторы BC338, BC337;
- Q1 – чувствительный симистор, тип TTLC226;
- CI1 – интегральная схема LM324;
- CI2 – интегральная схема 4538;
- CI3 – интегральная схема UM3750;
- CI4 – интегральная схема 4093;
- CI5 – интегральная схема 7805;
- CI6 – интегральная схема LM2940, стабилизатор 12 В;
- CI7 – оптосимистор, MOC3021.

Прочие компоненты:

- U1 – модуль ТВ, ОВЧ или УВЧ, тип MAV-VHF224 или MAV-UHF479,5;
- U2 – принимающий модуль АМ УВЧ;
- ANT1 – антенна из отрезка провода λ/4 или телевизионная антенна 75 Ом, тип Yagi или другой;
- ANT2 – антенна из отрезка провода λ/4;
- SW1 – микропереключатель с двухрядным расположением восьми выводов;

- M1 – электретный микрофон;
- K1, K2 – клеммы с двумя контактами;
- K3 – разъем с тремя контактами, расположенными с шагом 2,54 мм;
- два радиатора TO220 ML26;
- шесть круглых контактных штырей или три клеммы с двумя контактными штырями.

Выбор приемника AM и телевизионного передатчика

Если вы желаете использовать опцию, предложенную для разъема K3, или управлять камерой, когда телевизионный передатчик находится в активном состоянии, следует использовать экранированный приемник с высокой избирательностью, например модуль Aurel NB-CE.

Напротив, экономичная модель может применяться для радиоуправления задержками (длительностью около 1 мин 40 с) работы камеры. В этом случае для повторного включения телевизионной передачи необходимо дождаться окончания выполняемой передачи. Телевизионный передатчик будет создавать помехи для работы стандартного приемника. Таким образом, после получения команды включения передатчика приемник не сможет работать.

Передающая антенна

Если телевизионный приемник находится в соседней с камерой ВЧ комнате (в квартире или в доме), достаточно использовать простейшую передающую антенну.

В данном случае самое простое решение заключается в использовании отрезка медного жесткого провода длиной $\lambda/4$. Напоминаем, что длина $\lambda/4$ антенны из медного провода рассчитывается на основании частоты излучения F по формуле: $L = 7125/F$, где F – частота модуля, выражаемая в мегагерцах, а L – длина антенны $\lambda/4$, выражаемая в сантиметрах. Таким образом, для модуля MAV 224 МГц $L = 32$ см, для модуля УВЧ 479,5 МГц $L = 15$ см.

Эту антенну следует припаять непосредственно к плате (контакт 11 модуля U1). Можно также использовать

телескопическую антенну, установленную на длину $\lambda/4$ или $\lambda/2$. Однако такая антенна может оказаться излишне громоздкой для диапазона ОВЧ, и вместо нее удобнее установить спиралевидную антенну, изготовление которой было рассмотрено в главе 1.

Заметим, что в зависимости от толщины, материала и количества стен, разделяющих камеру ВЧ от антенны телевизора, дальность действия антенны может оказаться критической. В этом случае следует использовать телевизионную антенну направленного действия с импедансом 75 Ом. При возможности эту антенну следует установить снаружи жилища так, чтобы она «видела» антенну вашего телевизора и была обращена в ее направлении. В данном случае для соединения платы с ее телевизионной антенной следует использовать коаксиальный кабель с импедансом 75 Ом.

Антенна радиоуправления

В качестве антенны радиоуправления подойдет антенна из отрезка провода длиной $\lambda/4$. Но если вы желаете поместить антенну внутрь пластмассового корпуса, удобнее воспользоваться спиралевидной антенной.

Установка

Во избежание возникновения помех, характеризующихся появлением на экране телевизора паразитной развертки, модуль камеры не следует устанавливать напротив модуля телевизионного передатчика.

К тому же плата предназначена для использования с камерой черно-белого или цветного изображения стандарта PAL, для которого разработан передатчик Aurel MAV-XXX. Однако при желании в качестве источника видеосигнала вы можете использовать старую видеокамеру стандарта SECAM. В данном случае необходимо знать, что передатчик способен передавать композитный видеосигнал SECAM, но не все телевизоры PAL/SECAM могут принимать сигнал SECAM с отрицательной модуляцией и модулированный по частоте звук.

Телевизор

Небольшой переносной телевизор очень удобен как для первых испытаний, так и для ежедневного пользования.

Если вы избрали диапазон ОВЧ и используете модули MAV-VHF224, настройте телевизор на канал ОВЧ Н2 в системе PAL и выберите стандарт B/G. В случае отсутствия индикации канала на тюнере телевизора должна отобразиться частота 224,5 МГц. Для проведения испытаний в качестве антенны можно задействовать обыкновенный электрический провод длиной 70 см или антенну ОВЧ, предназначенную для использования внутри помещения. При недостаточной дальности действия следует использовать наружную антенну ОВЧ. Ее необходимо закрепить на мачте снаружи помещения и подключить к существующей кабельной проводке через устройство связи с антенной ОВЧ/УВЧ.

Если вы избрали диапазон УВЧ и применяете модули MAV-UHF479 и MCA-479, телевизор следует настроить на канал УВЧ 22 или на настроечную частоту 479,5 МГц. Вы можете использовать внешнюю антенну, установленную на крыше жилища, или внутреннюю антенну для диапазона УВЧ. Подойдет также отрезок обыкновенного жесткого электрического провода для первых испытаний или в случае удовлетворительного качества приема.

Переменный резистор Aj1

Этот резистор регулирует чувствительность обнаружения звуков. В крайнем правом положении чувствительность является максимальной. Внимание: чрезмерная чувствительность может непрерывно удерживать систему в активном состоянии. После продолжительного времени горения красный светодиод должен погаснуть, после возникновения шума свечение светодиода должно возобновиться.

Переменный резистор Aj2

Этот резистор регулирует уровень аудиосигнала, подаваемого на телевизионный передатчик. Чрезмерный уровень может привести к появлению полос на экране телевизора. В таком случае уменьшите уровень аудиосигнала, повернув ручку резистора Aj2 влево.

Переменный резистор Aj3

Регулировка этого резистора должна производиться в зависимости от чувствительности вашей камеры. Создайте тень таким образом, чтобы изображение стало очень темным. После этого отрегулируйте резистор Aj3, чтобы произошло загорание зеленого светодиода и сопутствующего освещения. Изображение на экране телевизора должно стать четким, в противном случае увеличьте освещение.

Радиоуправление

Блок радиоуправления должен быть снабжен кодирующим модулем UM3750 или его эквивалентом, например MM53200, MM57C200, UM86409 и т.д. Пример такого модуля управления представлен в приложении 4, но могут использоваться и другие модули, например различные многоканальные или миниатюрные модули радиоуправления, представленные в предыдущей книге автора, полностью посвященной модулям радиоуправления ВЧ.

Важно сконфигурировать интегральную схему CI3 в соответствии с кодировкой модуля радиоуправления. Следовательно, микропереключатель с двухрядным расположением контактов SW1 должен иметь конфигурацию, точно соответствующую конфигурации модуля радиоуправления. Конфигурация по умолчанию соответствует контакту ON. Ее можно изменить, разомкнув печатные проводники при помощи резака: если печать разомкнута, бит кодирования устанавливается в состояние 1, а соответствующий ему контакт модуля радиоуправления должен быть разомкнут.

Для проверки работы модуля радиоуправления замкните накоротко микрофон. Свечение красного светодиода должно отсутствовать или прекратиться по прошествии 20 с. После этого нажмите на кнопку блока радиоуправления – должно произойти загорание красного светодиода, а также включение камеры и передатчика.

Освещение

Освещение, используемое с радиоуправляемой няней, не должно ослеплять ребенка. Небольшой ночной лампы

мощностью 20 Вт вполне достаточно, но идеальным было бы постепенно увеличивающееся освещение. Речь идет об энергосберегающих лампах, полная мощность которых достигается постепенно по прошествии нескольких минут. К сожалению, как указано в инструкции по применению, эти лампы не могут управляться при помощи симистора. Для их использования в качестве интерфейса можно воспользоваться реле, управляемым транзистором Т4. В целях предосторожности во избежание создания помех для радиоуправляемой няни реле следует установить на удалении. Щелканье контактов реле в момент его выключения может удерживать телевизионный передатчик в постоянно включенном состоянии. Используйте реле со способностью отключаться, рассчитанное на напряжение переменного тока не менее 220 В.

Для управления освещением 220 В при помощи интерфейса на симисторе, предусмотренного на плате этой камеры ВЧ, должна использоваться лампа накаливания, а модель симистора должна быть рассчитана на малый ток удержания. Речь идет о так называемых «чувствительных» симисторах.

Другой возможный вариант освещения заключается в использовании интерфейса низкого напряжения, управляемого выходом с открытым коллектором, предусмотренным на плате.

Глава 4

Телевизионный аудио- и видеопередатчик

Беспроводная связь между устройствами оказывается очень удобной, идет ли речь о связи между камерой и экраном управления или о передаче телевизионной программы на один или несколько телевизоров, расположенных в удаленных комнатах. К тому же, работая вместе с приемником спутникового телевидения, этот небольшой телевизионный передатчик мощностью 2 мВт обеспечивает качественную передачу телевизионных программ во все комнаты вашего дома. Будучи очень компактным, этот передатчик легко найдет свое место рядом с модулем камеры, видеокамерой или внутри небольшой модели или робота.

К тому же передающий модуль существует в версии ОВЧ или УВЧ, что обеспечивает при необходимости наличие двух отдельных телевизионных каналов.

В передатчике предусмотрено два источника аудиосигналов. Один из источников – микрофон, установленный на плате. Другим является возможный внешний источник – видеомагнитофон или приемник спутникового телевидения, подключаемый через разъем peritel.

Этот телевизионный передатчик также может быть использован в качестве телевизионного модулятора, способного подавать радиочастотный сигнал непосредственно на коаксиальную линию 75 Ом радиоустановки или телевизора.

Разработанный для композитного видеосигнала PAL модуль Aurel MAV-XXX может также передавать сигналы черно-белого изображения или SECAM. В последнем случае качество приема будет зависеть от марки телевизора, так как не все телевизоры способны принимать сигнал SECAM с отрицательной модуляцией и модулированный по частоте звук.

Схема

Схема модуля телевизионного передатчика представлена на рис. 4.1. На схеме видно, что этот передатчик предназначен для непосредственного приема стандартного видеосигнала. Что касается аудиосигнала, то перед подачей на вход телевизионного передатчика он предварительно усиливается до достижения достаточной амплитуды. Если источником аудиосигнала является микрофон, для его усиления следует использовать два каскада усиления.

Модуль радиопередачи

Телевизионный модуль представляет собой модель с однорядным расположением 11 контактов, изготовленную по технологии КМОП. Это передатчик малой мощности (2 мВт при 75 Ом). Его напряжение питания составляет 5 В, а потребляемый ток – 90 мА. Несмотря на простоту в обращении, передатчик обладает очень высоким качеством. К общему корпусу подключено несколько контактов. На самом деле, они подключены к цепи корпуса модуля. Передающая антенна подключается к контактам 11 и 10 при помощи коаксиального кабеля 75 Ом. Однако может подойти и антенна из отрезка провода, подключенная к контакту 11 модуля.

Усиление аудиосигнала

Микрофон электретного типа подключен к питанию через резистор R6, цепь R5/C3 образует фильтр питания. Колебания напряжения, производимые микрофоном, очень малы и составляют порядка нескольких милливольт. Они

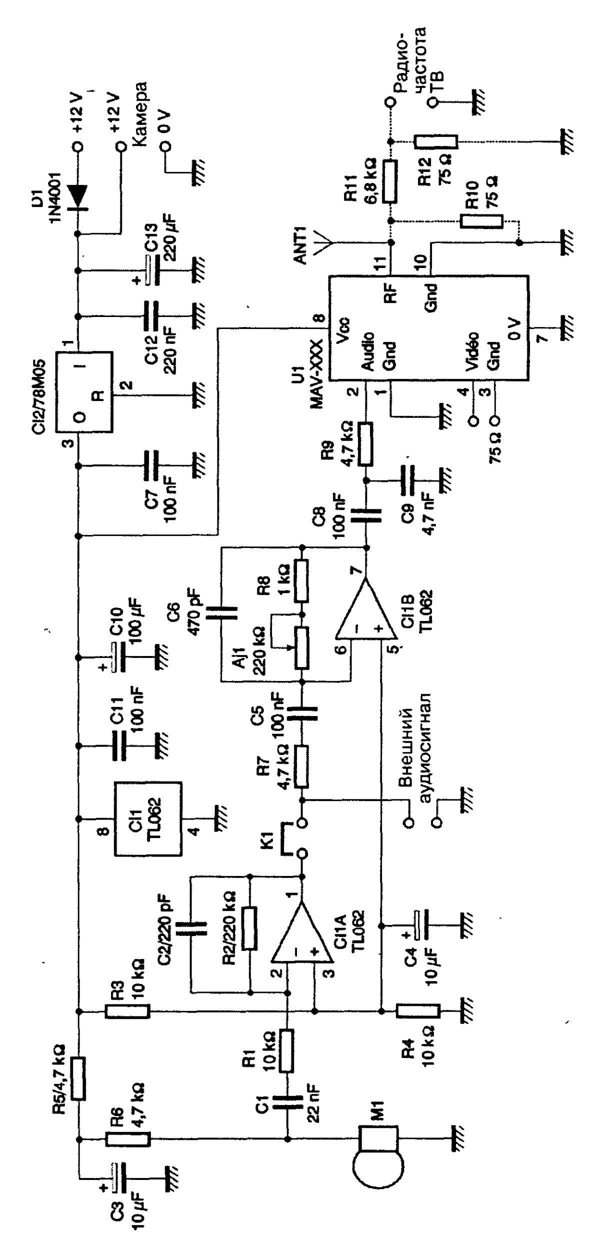


Рис. 4.1. Схема телевизионного передатчика

накладываются на постоянную составляющую его напряжения питания. Два полосно-пропускающих усилителя увеличивают амплитуду этих колебаний примерно до 1 В полного размаха на входе модуля MAV224. Для получения такого усиления используется сдвоенный операционный усилитель. Неинвертирующие входы усилителя смещены в пропорции Vcc/2 резисторным мостом R3/R4, который представляет собой делитель напряжения на 2. Конденсаторы C1 и C5 изолируют постоянную составляющую между различными узлами и определяют нижнюю частоту отсечки полосно-пропускающих усилителей. Увеличение емкости этих конденсаторов приводит к пропусканию большего количества низких частот. Конденсаторы C2 и C6 выполняют аналогичную роль в полосно-пропускающем устройстве, определяя верхнюю частоту отсечки. Уменьшение их емкости приводит к пропусканию большего количества высоких частот. Коэффициент усиления второго усилительного каскада регулируется при помощи переменного резистора Aj1.

Разделение этих двух каскадов выполняется при помощи перемычки K1. Эта перемычка удаляется в случае использования вместо микрофона внешнего источника аудиосигнала. Речь идет о применении телевизионного передатчика с каким-либо внешним оборудованием, например видеомагнитофоном.

Питание

Стабилизатор 78M05 или 7805 устанавливает питание телевизионного модуля на напряжение 5 В и обеспечивает ему необходимый ток 100 мА. Диод D1 защищает передатчик и возможную камеру, подключенную к нему, от случайного переключения полярности напряжения питания 12 В.

Вариант модулятора

Эта опция показана пунктирной линией на принципиальной схеме, изображенной на рис. 4.1. Она заключается в установке между выходом радиочастоты телевизионного передатчика и коаксиальным кабелем 75 Ом аттенюатора с затуханием 15 дБ в форме буквы П, состоящего из резисторов R10, R11

и R12. Резисторы R10 и R12 выполняют роль адаптера импеданса, а сочетание R11/R12 образует делитель напряжения с уровнем примерно 45 дБ.

Изготовление

Внешний вид передающего модуля представлен на рис. 4.2, а чертеж его печатной платы – на рис. 4.3. Как видно на сборочном чертеже, изображенном на рис. 4.4, передатчик является достаточно компактным. Он может быть установлен вблизи или внутри какого-либо устройства, а также помещен внутрь небольшой модели или робота.

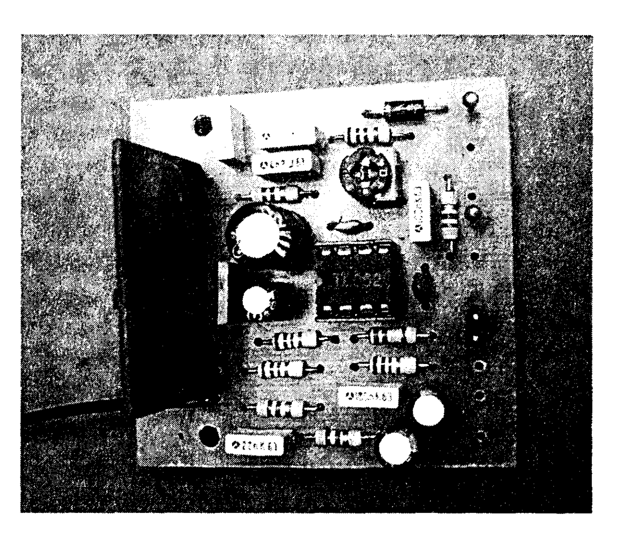


Рис. 4.2. Внешний вид модуля

При использовании устройства в соответствии с его основным назначением в качестве телевизионного передатчика, резисторы R10, R11 и R12 не устанавливаются, соответственно, печатная плата может быть уменьшена еще на несколько миллиметров.

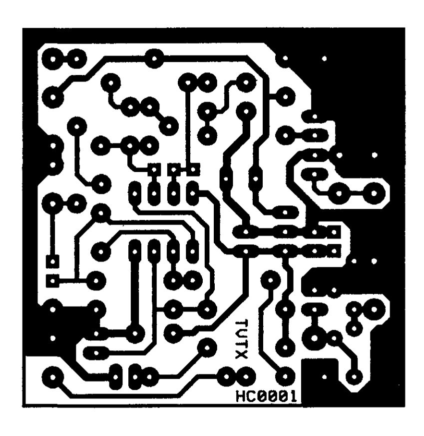


Рис. 4.3. Чертеж печатной платы

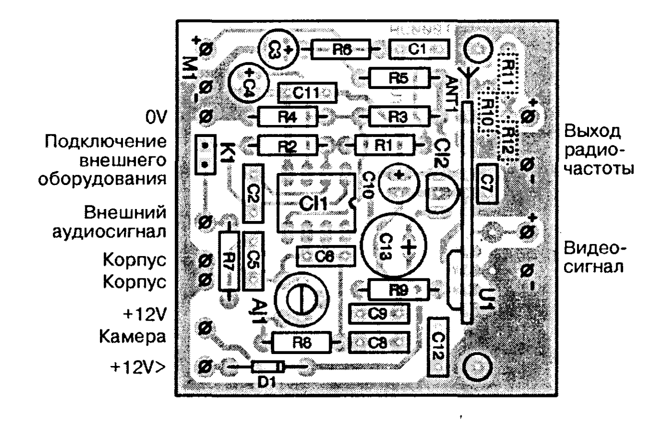


Рис. 4.4. Размещение компонентов на плате

Учитывая размеры модуля и его установку в вертикальном положении, предпочтительнее припаять модуль непосредственно к печатной плате. Затем, если вы остались довольны результатами испытаний, нанесите с каждой стороны модуля по две капли силиконового клея-мастики для поглощения вибраций и увеличения механической жесткости.

Передающая антенна

Если телевизионный приемник находится в соседней с передатчиком комнате (в квартире или в доме), достаточно использовать простейшую антенну. В данном случае самое простое решение заключается в использовании отрезка медного жесткого провода размером λ/4. Эту антенну следует припаять непосредственно к плате (контакт 11 модуля U1).

Перечень элементов

Резисторы:

- R1, R3, R4 – 10 кОм (коричневый, черный, оранжевый);
- R2 – 220 кОм (красный, красный, желтый);
- R5, R6, R7, R9 – 4,7 кОм (желтый, фиолетовый, красный);
- R8 – 1 кОм (коричневый, черный, красный);
- R10*, R12* – 75 Ом (фиолетовый, зеленый, черный);
- R11* – 6,8 кОм (голубой, серый, красный);
- Aj1 – 220 кОм, переменный.

Конденсаторы:

- C1 – 22 нФ;
- C2 – 220 пФ;
- C3, C4 – 10 мкФ, 63 В;
- C5, C8 – 100 нФ;
- C6 – 470 пФ;
- C7 – 100 нФ, многослойный;
- C9 – 4,7 нФ, керамический;
- C10 – 100 мкФ, 10 В, сверхминиатюрный;
- C11 – 100 нФ;
- C12 – 220 нФ;
- C13 – 220 мкФ, 25 В, сверхминиатюрный.

Полупроводниковые приборы:

- D1 – диод 1N4001;
- CI1 – интегральная схема TL062, TL072, TL082, MC1458, LM358;
- CI2 – стабилизатор L78M05 (Megamos Composants) или 7805.

Прочие компоненты:

- U1 – модуль передатчика Aurel MAV-VHF или MAV-UHF (Selectronic);
- ANT1 – антенна из отрезка провода длиной четверть длины волны;
- M1 – электретный микрофон;
- K1 – перемычка;
- два контактных штыря на перемычке;
- четыре припаиваемых контактных штыря.

Можно также использовать телескопическую антенну, установленную на длину $\lambda/4$ или $\lambda/2$. Длина антенн из отрезка провода будет зависеть от частоты телевизионного модуля. В табл. 4.1 указана длина антенны из отрезка провода для модулей Aurel MAV-VHF 224 и MAV-UHF 479.

Таблица 4.1. Длина антенны из отрезка провода

Телевизионный модуль	Несущая частота видеосигнала	Канал ТВ	Длина антенны $\lambda/4$
Aurel MAV-VHF224	224 МГц	H2	32 см
Aurel MAV-UHF479	479 МГц	22	15 см

При критичной дальности связи из-за чрезмерной толщины стен или слишком большого расстояния следует использовать выносную антенну направленного действия с импедансом 75 Ом, которая должна быть обращена в направлении антенны приемника. В этом случае выход телевизионного модуля и антенна соединяются при помощи коаксиального кабеля 75 Ом.

Прием сигнала

Если вы избрали диапазон ОВЧ и используете модули MAV-VHF224 и MCA-224, настройте телевизор на канал ОВЧ H2 в системе PAL и выберите стандарт B/G. При отсутствии индикации канала на тюнере телевизора должна отобразиться частота 224,5 МГц. Для проведения испытаний в качестве антенны можно использовать обыкновенный электрический

провод длиной 70 см или антенну ОВЧ, предназначенную для использования внутри помещения. При недостаточной дальности действия следует применить наружную антенну ОВЧ. Ее нужно закрепить на мачте снаружи помещения и подключить к существующей кабельной проводке через устройство связи с антенной ОВЧ/УВЧ.

Если вы избрали диапазон УВЧ и используете модули MAV-UHF479 и MCA-479, телевизор следует настроить на канал УВЧ 22 или на настроечную частоту 479,5 МГц. Вы можете использовать внешнюю антенну, установленную на крыше вашего дома, или внутреннюю антенну для диапазона УВЧ. Вы также можете задействовать отрезок обыкновенного жесткого электрического провода для первых испытаний или в случае удовлетворительного качества приема.

Регулировка переменного резистора Aj1

Резистор Aj1 регулирует уровень аудиосигнала, подаваемого на телевизионный передатчик. Чрезмерный уровень может привести к появлению полос на экране вашего телевизора. При их появлении уменьшите уровень аудиосигнала, повернув ручку резистора Aj2 влево.

Глава 5

Телевизионный передатчик с разъемом peritel

Телевизионный передатчик с разъемом peritel снабжен усилителем мощности, обеспечивающим увеличение мощности передатчика 2 мВт, описанного в предыдущих главах, на +15,5 дБм. Таким образом, мощность на антенном выходе передатчика может достигать 80–100 мВт. Дальность действия этого телевизионного передатчика составляет 2–3 км при условии использования видимых антенн направленного действия. С направленными антеннами малого радиуса действия, свободными от преград, максимальная дальность – примерно 300 м.

К тому же этот телевизионный передатчик снабжен разъемом peritel, обеспечивающим его подключение к различному видеооборудованию: видеомагнитофону, приемнику спутникового телевидения, видеокамере, телевизору и т.д.

Как и телевизионный передатчик-модулятор малой мощности, описанный в предыдущей главе, этот телевизионный передатчик способен работать в диапазонах ОВЧ или УВЧ в зависимости от используемых в нем модулей.

Вне зависимости от частоты (ОВЧ или УВЧ) данный модулятор оптимально подходит для передачи видеокомпозитного сигнала стандарта PAL. Конечно, возможна передача и черно-белого изображения, но для этого телевизор должен работать со стандартом BG. Кроме того, передача сигнала стандарта SECAM может создать трудности с приемом, так как отрицательная модуляция сигнала SECAM вместе со звуком, модулированным по частоте, принимается не всеми телевизорами.

Схема

На рис. 5.1 представлена полная схема передатчика, построенного на базе телевизионного модулятора-передатчика Aurel типа MAV-XXX и усилителя мощности типа MCA-XXX. С разъема peritel видеокомпозитный сигнал подается непосредственно на видеовход – контакт 4 телевизионного модулятора U1. Напротив, два аудиосигнала перед подачей на вход модулятора U1 смешиваются между собой. Получение монофонического сигнала обеспечивается одним из четырех операционных усилителей интегральной схемы CI1. Коэффициент усиления этого каскада звуковой частоты регулируется внешним потенциометром. Таким образом, уровень аудиосигнала может быть усилен или снижен во избежание насыщения телевизионного модулятора.

Три других операционных усилителя интегральной схемы CI1 используются для обнаружения видеокомпозитного сигнала и таким образом управляют одновременно работой телевизионного модулятора и усилителя радиочастоты U2.

Усилитель CI1A усиливает видеокомпозитный сигнал, присутствующий на контакте 10 разъема peritel. Усилитель CI1B используется в качестве компаратора для обнаружения видеосигнала. На контакте 7 усилителя CI1 образуются перепады напряжения, в результате которых происходит заряд конденсатора C7. Постоянная времени R7 C7 такова, что конденсатор C7 остается заряженным в течение всего времени присутствия видеокомпозитного сигнала, то есть работы видеоустройства. Последний операционный усилитель CI1D выполняет роль триггера Шмитта, и на его выходе образуются свободные переключения как во время заряда, так и во время разряда конденсатора C7.

Таким образом, при наличии видеосигнала выход 14 усилителя CI1 находится в состоянии высокого логического уровня, что приводит к насыщению транзистора T1. Соответственно, через переход эмиттер-база транзистора T2 проходит ток базы. Этот ток, калиброванный резистором R13, достаточно высок для насыщения транзистора T2 и включения светодиода DL2 при условии, что последний обладает низким током потребления. В самом деле, ток, необходимый



17 В постоянного тока или 15 В переменного тока
K2
D2 W06
CI2/7812
+12 V
CI3/7805
+5 V
T2/328
R14 10 kΩ
DL2 красный
C15 470 µF
C14 100 nF
C13 330 nF
C12 100 µF
C11 100 nF
C10 330 nF
C16/33 pF
R8/100 kΩ
R3/12 kΩ
R6 10 kΩ
K1 Peritel
C6 100 nF
CI1A TLC274
CI1B TLC274
D1 1N4148
R9/10 kΩ
R10/1 MΩ
R13 4,7 kΩ
R16 470 Ω
C8 100 nF
DL1 зеленый
C7 10 µF
R7 100 kΩ
CI1D TLC274
R11 22 kΩ
R12 22 kΩ
T1 BC548
C4 10 µF
R4 10 kΩ
R15 2,2 kΩ
C9 47 µF
ANT1 75 Ω
C5/100 pF
C2 100 nF
R2 10 kΩ
P1 100 kΩ
R5/1 kΩ
C3 100 nF
C1 100 nF
R1 10 kΩ
CI1C TLC274
U1 MAV-XXX
Vidéo
Gnd
Audio
Gnd
+5 V
RF
Gnd
0 V
R17 8,2 Ω
R18 8,2 Ω
R19 150 Ω
U2 MCA-XXX
EN
IN
Gnd
Gnd
+12 V
RF
Gnd
0 V

Рис. 5.1. Схема передатчика с разъемом peritel

для достаточного свечения светодиода с низким током потребления, составляет порядка 1–1,2 мА против примерно 20 мА у светодиода стандартной модели.

На стабилизатор напряжения 5 В CI3 подается напряжение 12 В. Таким образом, питание на телевизионный модулятор U1 подается после загорания светодиода DL1. Одновременно с этим высокий логический уровень, присутствующий на контакте 14 усилителя CI1, подается на контакт 2 усилителя радиочастоты U2 и включает его. Усиленный сигнал радиочастоты подается на выход 15 усилителя U2.

Подавление интермодуляционных искажений

В базовой версии сигнал модулятора U1 подается непосредственно на вход усилителя U2, в результате мощность передачи равняется примерно +19 дБм. В данном случае резисторы КМОП не устанавливаются, и между выходом передатчика 2 мВт и входом усилителя радиочастоты выполняется шунт.

Однако такой максимальный режим работы усилителя MCA-XXX может привести к явной перекрестной модуляции с прочими линиями связи и телевизорами.

При ослаблении сигнала на входе усилителя U2 на 2–3 дБ, естественно, снижается мощность передачи, но качество передаваемого сигнала улучшается.

Предлагаемый аттенюатор собирается по Т-образной модели, состоящей из резисторов КМОП, значения которых указаны в табл. 5.1.

Таблица 5.1. Значения резисторов для аттенюаторов 2 и 3 дБ

Ослабление	R17	R18	R19
2 дБ	5,6 Ом	120 Ом	5,6 Ом
3 дБ	8,2 Ом	150 Ом	8,2 Ом

Изготовление

На рис. 5.2 показан внешний вид передатчика в сборе, на рис. 5.3 – фрагмент обратной стороны печатной платы

с установленными элементами питания. На рис. 5.4 представлен чертеж печатной платы, изготовление которой особой сложности не представляет.

Рис. 5.2. Внешний вид передатчика

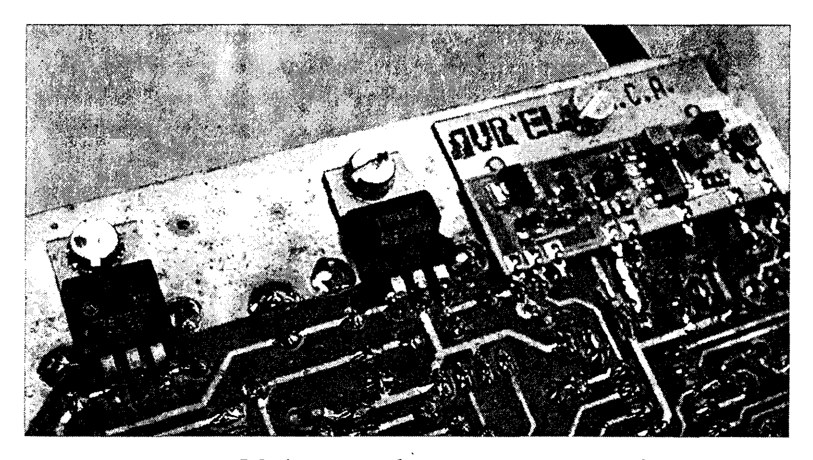


Рис. 5.3. Фрагмент обратной стороны платы

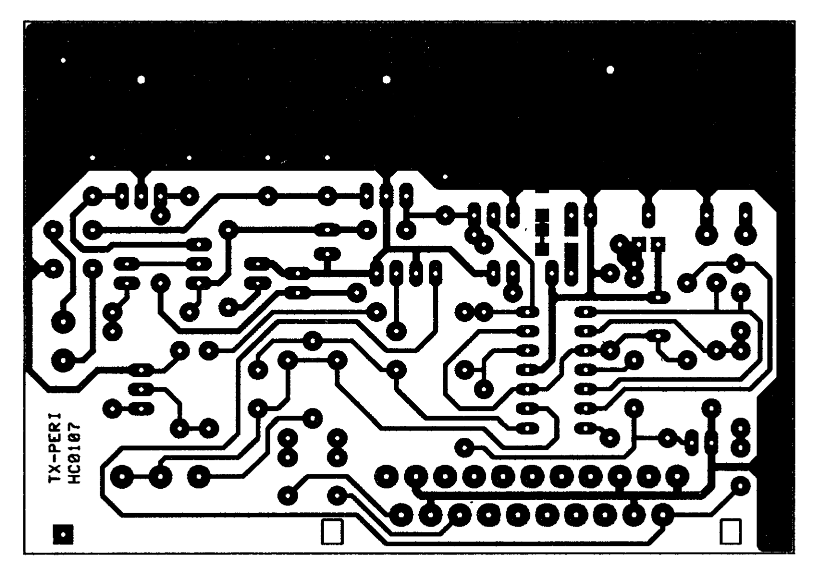


Рис. 5.4. Чертеж печатной платы

После гравировки платы в контактных площадках следует просверлить отверстия диаметром 1 мм, за исключением площадок, предназначенных для крепления компонентов, устанавливаемых со стороны печатных проводников: стабилизаторов, модуля U2 и резисторов КМОП.

Отверстия, предназначенные для установки разъема peritel, следует расширить при помощи сверла диаметром 1,3–1,5 мм. В случае необходимости в плате нужно выполнить прорези для установки скоб разъема. Для этого в месте расположения прорези вначале просверлите отверстие, а затем увеличьте его при помощи небольшого напильника квадратного сечения.

Выбор модулей

Если вы желаете использовать диапазон ОВЧ, следует выбрать модули Aurel MAV-VHF224 и MCA-224. Для диапазона УВЧ компания Aurel предлагает модули MAV-UHF479 и MCA-479. Полное описание этих модулей приводится в главе 2.

Аттенюатор КМОП

Качество радиочастотного сигнала улучшается за счет уменьшения мощности передачи благодаря наличию аттенюатора КМОП, установленного между выходом модулятора и входом усилителя радиочастоты. Для более подробного ознакомления с явлением интермодуляционных искажений прочтите вышеуказанные объяснения (с. 76).

Если вы желаете сохранить максимальную мощность передачи, то вместо резисторов КМОП впаяйте перемычку для обеспечения соединения между выходом модуля U1 и входом модуля U2.

Напротив, при необходимости улучшить качество передаваемого сигнала осторожно припаяйте резисторы КМОП, предварительно залудив квадратные площадки, предназначенные для их установки. Предложенные значения резисторов соответствуют аттенюатору 3 дБ, но и ослабление менее 2 дБ может заметно улучшить качество сигнала. Если вы используете модулятор, эквивалентный модулятору MAV-XXX, с выходной мощностью, превышающей 2 мВ, понадобится также рассчитать необходимое ослабление сигнала.

Размещение других компонентов

Размещение других компонентов, представленное на рис. 5.5, следует начать с установки шести перемычек, самые короткие из которых вы сможете изготовить из выводов резисторов.

После этого рекомендуется установить резисторы, а затем прочие компоненты в порядке увеличения их размера. Три силовых элемента, которыми являются стабилизаторы и усилитель радиочастоты, необходимо установить со стороны печатных проводников. Их выводы должны быть обрезаны для соприкосновения с площадками без их выхода с противоположной стороны платы. Перед пайкой эти компоненты должны быть правильно сориентированы на печатной плате.

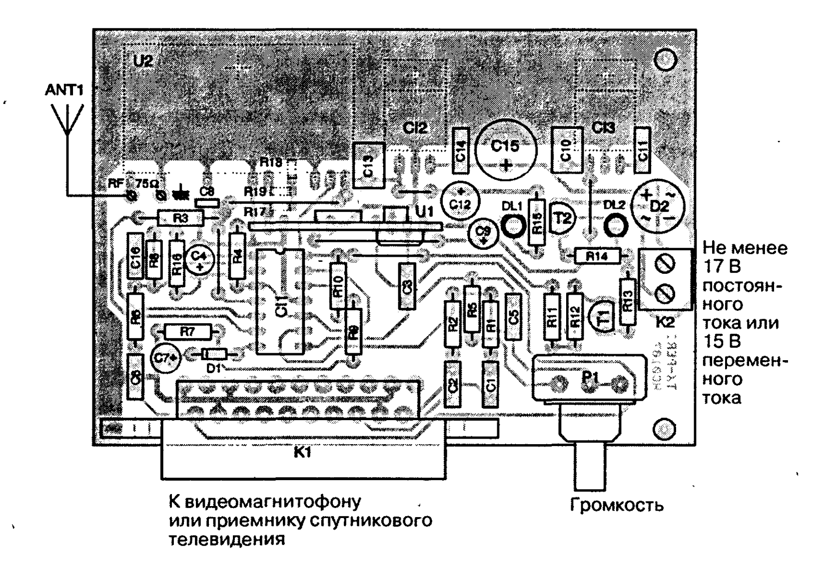


Рис. 5.5 Размещение компонентов

Перечень элементов

Резисторы:

- R1, R2, R4, R6, R9, R14 – 10 кОм (коричневый, черный, оранжевый);
- R3 – 12 кОм (коричневый, красный, оранжевый);
- R5 – 1 кОм (коричневый, черный, красный);
- R7, R8 – 100 кОм;
- R10 – 1 МОм (коричневый, черный, зеленый);
- R11, R12 – 22 кОм (красный, красный, оранжевый);
- R13 – 4,7 кОм (желтый, фиолетовый, красный);
- R15 – 2,2 кОм (красный, красный, красный);
- R16 – 470 Ом (желтый, фиолетовый, коричневый);
- R17, R18 – 8,2 Ом, КМОП (см. раздел «Аттенюатор КМОП»);
- R19 – 150 Ом, КМОП (см. раздел «Аттенюатор КМОП»);
- P1 – потенциометр 47 кОм или 100 кОм, логарифмический.

Конденсаторы:

- C1, C2, C3, C6, C8, C11, C14 – 100 нФ;
- C4, C7 – 10 мкФ, 50 В;
- C5 – 100 пФ;
- C9 – 47 мкФ, 10 В;
- C10, C13 – 330 или 470 нФ;
- C12 – 100 мкФ, 16 В;
- C15 – 470 мкФ, 25 В;
- C16 – 33 пФ.

Полупроводниковые приборы:

- D1 – диод 1N4148;
- D2 – диодный мост 1 А;
- DL1 – светодиод Ф3 со свечением зеленого цвета, стандартный;
- DL2 – светодиод Ф3 со свечением красного цвета, с низким током потребления;
- T1 – транзистор BC548, BC547;
- T2 – транзистор BC328, BC327;
- CI1 – интегральная схема TLC274, TS274;
- CI2 – стабилизатор 12 В, 7812;
- CI3 – стабилизатор 5 В, 7805.

Прочие компоненты:

- U1 – передающий модуль ОВЧ или УВЧ Aurel MAV-VHF224 или MAV-UHF469;
- U2 – модуль-усилитель ОВЧ или УВЧ Aurel MCA224 или MCA479;
- ANT1 – телевизионная передающая антенна 75 Ом;
- K1 – разъем peritel;
- K2 – клемма с двумя контактами;
- три болта M3;
- три стопорные шайбы;
- один сетевой адаптер 20 В постоянного тока/300 мА или один трансформатор 220 В/15 В – 5 ВА.

Антенна

Для нормальной работы передатчика необходимо с особым вниманием отнестись к подключению антенны, которая

должна соединяться с платой при помощи телевизионного коаксиального кабеля 75 Ом.

Для использования внутри помещения передатчик следует установить в металлический корпус типа ТЕКО 4/В, на котором будет закреплена антенна в четверть длины волны (табл. 5.2).

Таблица 5.2. Длина антенны из отрезка провода в четверть длины волны

Телевизионный модуль	Несущая видеочастота	Телевизионный канал	Длина антенны антенны λ/4
Aurel MAV-VHF224	224 МГц	H2	32 см
Aurel MAV-UHF479.5	479,5 МГц	22	15 см

Очень недорогую антенну можно изготовить, припаяв отрезок провода к телевизионному разъему. После припайки разъем следует заполнить клеем для повышения механической жесткости провода; разъем крепится к лицевой стороне корпуса передатчика.

Если радиосвязь должна происходить между двумя зданиями, рекомендуется использовать направленную антенну ОВЧ или УВЧ, которая должна закрепляться высоко на мачте.

Питание

Для питания передатчика может использоваться сетевой адаптер, выдающий ток не менее 200 мА при минимальном напряжении 17 В постоянного тока, или трансформатор 220 В/15В – 5 ВА. Вы можете смело использовать тот или иной прибор, так как на входе питания платы установлен диодный мост.

Тестирование

Включение питания

Если подключенное видеоустройство находится в дежурном режиме, то при включении питания передатчика должно

появиться свечение зеленого светодиода, в то время как красный светодиод должен оставаться в погашенном состоянии.

При включении видеоустройства (например, при воспроизведении видеокассеты) должно произойти загорание красного светодиода.

Прием сигнала

Если вы избрали диапазон ОВЧ и используете модули MAV-VHF224 и MCA-224, настройте телевизор на канал ОВЧ H2 в системе PAL и выберите стандарт B/G. При отсутствии индикации канала на тюнере телевизора должна отобразиться частота 224,5 МГц. Для проведения испытаний в качестве антенны можно использовать обыкновенный электрический провод длиной 70 см или антенну ОВЧ, предназначенную для помещений. При недостаточной дальности действия следует задействовать наружную антенну ОВЧ. Ее необходимо закрепить на мачте снаружи помещения и подключить к существующей кабельной проводке через устройство связи с антенной ОВЧ/УВЧ.

Если вы избрали диапазон УВЧ и используете модули MAV-UHF479 и MCA-479, телевизор следует настроить на канал УВЧ 22 или на настроечную частоту 479,5 МГц. Вы можете использовать внешнюю антенну, установленную на крыше дома, или внутреннюю антенну для диапазона УВЧ. Вы также можете задействовать отрезок обыкновенного жесткого электрического провода для первых испытаний или в случае удовлетворительного качества приема.

Регулировка

При появлении ярких горизонтальных полос на изображении уменьшите уровень аудиосигнала при помощи потенциометра P1.

Появление на изображении «снега» означает, что вы находитесь на пределе дальности действия передатчика, неправильно выбрали антенны, недостаточно освободили их от преград или неправильно ориентировали.

Если качество изображения среднее и сопровождается, например, муар-эффектами, то вы можете улучшить его, установив на входе усилителя MCA-XXX аттенюатор. Если аттенюатор уже установлен, увеличьте его ослабление.

Глава 6

Портативная УВЧ-рация с ЧМ

Данная портативная УВЧ-рация обладает исключительным качеством и надежностью. Использование надежных и отрегулированных модулей является залогом успеха и удовлетворения. К тому же, используемые модули работают в диапазоне ЧМ, чем обеспечивается качество передачи Hi-Fi. Возможность пайки непосредственно к плате компонентов, нажимной кнопки, потенциометров и опоры антенны обеспечивает рации высокую надежность и простоту в изготовлении. Плата устанавливается в небольшой элегантный корпус Velleman G413 или алюминиевый корпус TEKO 4/B, в котором также может находиться батарея 12 В, состоящая из элементов типа АА, или аккумулятор, обеспечивающий рации длительный период автономной работы.

Схема

Схема рации, изображенная на рис. 6.1, значительно упрощена благодаря использованию готовых модулей, например приемника ЧМ, снабженного детектором уровня приема, как правило, называемым подавителем шумов. Его роль заключается в обеспечении тишины во время пауз в речи при передаче.

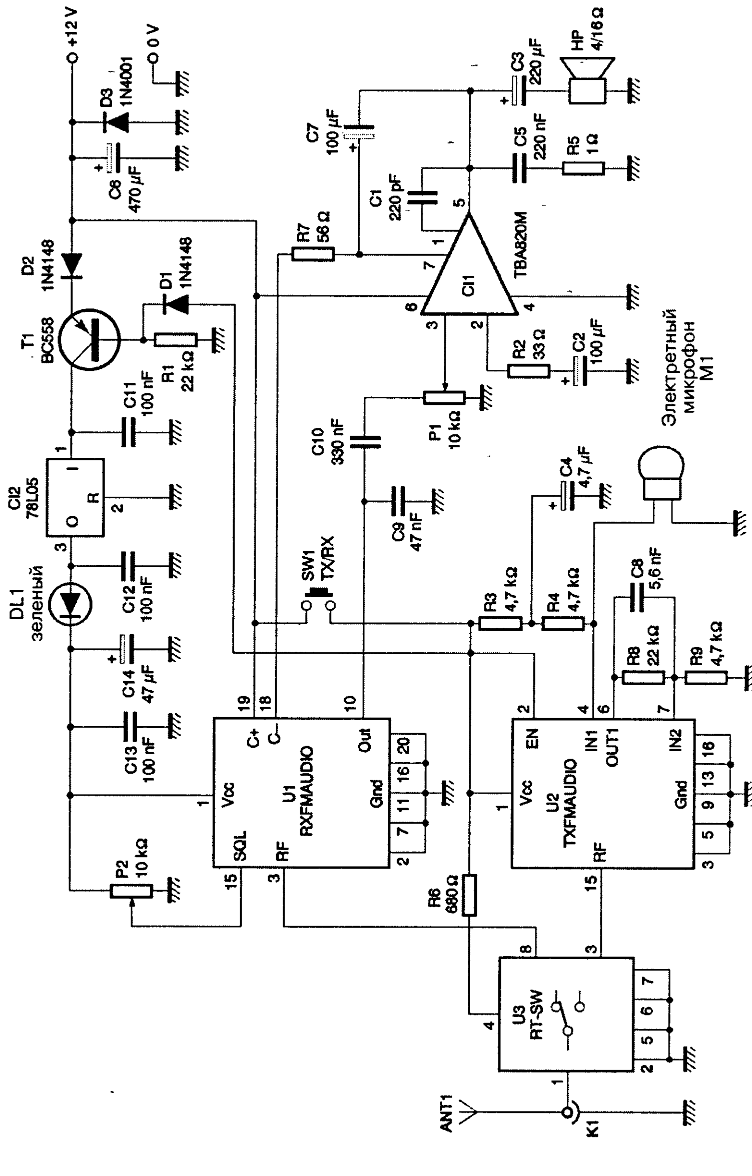


Рис. 6.1. Схема портативной рации

Схема передатчика

Передатчик ЧМ имеет частоту передачи 433,75 МГц, стабилизированную резонатором поверхностных волн. Частотная модуляция этой несущей ультравысокой частоты обеспечивается варикапом, на который подается аудиосигнал, предварительно усиленный двумя операционными усилителями типа TL082 с коэффициентами усиления 20 и 5. Между этими каскадами усиления можно установить цепь предварительной коррекции. Эту роль играют компоненты R8, R9 и C8. Благодаря каскадам усиления нет необходимости предварительного усиления сигнала, улавливаемого микрофоном. К тому же, как правило, микрофон портативной рации находится вблизи рта говорящего, и наличие предварительного усилителя привело бы к насыщению аудиосигнала, подаваемого на модулятор ЧМ. Включение передатчика происходит в результате подачи на модуль U2 напряжения 12 В при нажатии на кнопку SW1. Одновременно с этим выключается питание приемника вследствие запирания транзистора T1, а также переключается антенный переключатель – модуль U3. Переключение модуля U3 происходит вследствие подачи на него через резистор R6 необходимого тока.

Схема приемника

Питание на схему приемника подается по умолчанию, то есть каждый раз, когда кнопка SW1 находится в отжатом положении. В этом положении транзистор T1 насыщается, а стабилизатор CI2 снижает общее напряжение 12 В до 5 В. Напряжение 5 В снижается до 3 В светодиодом со свечением зеленого цвета, который обеспечивает падение напряжения примерно на 2 В. Такая хитрость стала возможной благодаря малому току потребления модуля U2, составляющему порядка 15 мА. К тому же, светодиод DL1 задает режим работы рации: передачи TX или приема RX (свечение светодиода соответствует режиму приема RX). Работа принимающего модуля регулируется при помощи двух потенциометров. Потенциометр P2 определяет

чувствительность приема, в то время как потенциометр P1 регулирует громкость слышимого аудиосигнала, точнее говоря, уровень сигнала, подаваемого на вход усилителя НЧ.

Усилитель НЧ

Роль усилителя низкой частоты играет интегральная схема TBA820M. Она представляет собой усилитель низкой частоты, выполненный в корпусе с двухрядным расположением восьми контактов. Выходная мощность усилителя может достигать 2 Вт при импедансе 8 Ом. Помимо интересных характеристик и малых размеров усилитель может выполнять функцию шумоподавления, которая активируется при подаче питания на его входную цепь через переключатель шумоподавления принимающего модуля U1 (контакты 18 и 19). Таким образом, при отсутствии принимаемого сигнала, слишком малом уровне или четкости сигнала громкоговоритель усилителя НЧ молчит.

Потенциометр P1 регулирует громкость усилителя НЧ. Цепь R5/C5 обеспечивает стабильность выходного каскада. Полоса пропускания усилителя определяется значением компонентов R1 и C1. Конденсатор C1 определяет верхнюю граничную частоту, а резистор R2 – коэффициент усиления усилителя. Конденсатор C3 изолирует постоянную составляющую на выходе усилителя для подачи на громкоговоритель усиленного сигнала низкой частоты.

Изготовление

Простая печатная плата рации представлена на рис. 6.2, а ее чертеж – на рис. 6.3. Печатная плата может быть изготовлена любым способом по вашему выбору.

Чтобы рация могла поместиться в корпус малой толщины, рекомендуется использовать плату, изготовленную из эпоксидного пластика 8/10. Не забудьте после вырезания дорожек тщательно очистить плату и нанести на нее лак после установки компонентов (рис. 6.4).

Рис. 6.2. Внешний вид платы рации

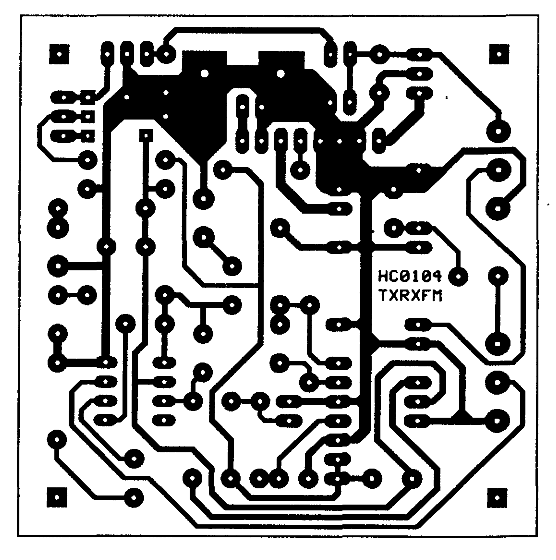


Рис. 6.3. Чертеж печатной платы

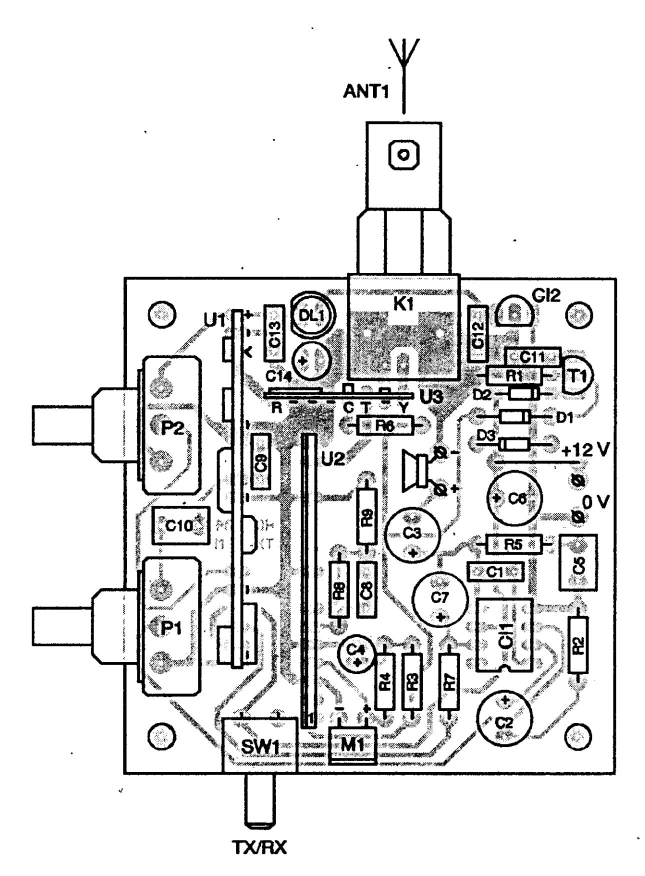


Рис. 6.4. Размещение компонентов

Перечень элементов

Резисторы:

- R1, R8 – 22 кОм (красный, красный, оранжевый);
- R2 – 33 Ом (оранжевый, оранжевый, черный);
- R3, R4, R9 – 4,7 кОм (желтый, фиолетовый, красный);
- R5 – 1 Ом (коричневый, черный, золотой);
- R6 – 680 Ом (голубой, серый, коричневый);
- R7 – 56 Ом (зеленый, голубой, черный);
- P1 – логарифмический потенциометр 10 кОм;
- P2 – линейный потенциометр 10 кОм.

Конденсаторы:

- C1 – 220 пФ;
- C2, C7 – 100 мкФ, 16 В;
- C3 – 220 мкФ, 16 В;
- C4 – 4,7 мкФ, 50 В;
- C5 – 220 нФ;
- C6 – 470 мкФ, 16 В;
- C8 – 5,6 нФ;
- C9 – 47 нФ;
- C10 – 220–470 нФ;
- C11, C12, C13 – 100 нФ;
- C14 – 47 мкФ, 10 В.

Полупроводниковые приборы:

- D1, D2 – диоды 1N4148;
- D3 – диод 1N4001...7;
- DL1 – светодиод со свечением зеленого цвета;
- T1 – транзистор BC558;
- CI1 – интегральная схема TBA820M;
- CI2 – стабилизатор 78L05.

Прочие компоненты:

- K1 – розеточный разъем BNC для установки на печатной плате (Selectronic 21.9227);
- U1 – приемник ЧМ 433,8 МГц Aurel RX-FMAUDIO (SL-21.5793);
- U2 – передатчик ЧМ 433,8 МГц Aurel TX-FMAUDIO (SL-21.5792);
- U3 – переключатель антенный 433 МГц Aurel RT-SW (SL-24.1347);
- ANT1 – гибкая антенна 433 МГц C-321 (SL-24.0286);
- M1 – электретный микрофон;
- SW1 – нажимная кнопка для установки в горизонтальном положении TH-222 (SL-21.6578);
- одна перемычка или выключатель;
- один аккумулятор 12 В или одна объединенная батарея 12 В из элементов типа AA (SL-21.6223);
- один громкоговоритель Ф70, 8 Ом, 0,5 Вт (SL-21.0940);
- один корпус Velleman G413, TEKO4/B или 4/A.

Единственная перемычка на плате необязательна, так как она устанавливается вместо выключателя Включено/Выключено. В самом деле, выключатель рации может либо подключаться к кабелю соединения с батареей, либо устанавливаться непосредственно на плате вместо перемычки.

Прежде чем закрепить громкоговоритель на внутренней стороне крышки корпуса при помощи силиконового клея-мастики, просверлите в крышке небольшие отверстия в соответствии с шаблоном, изображенным на рис. 6.5.

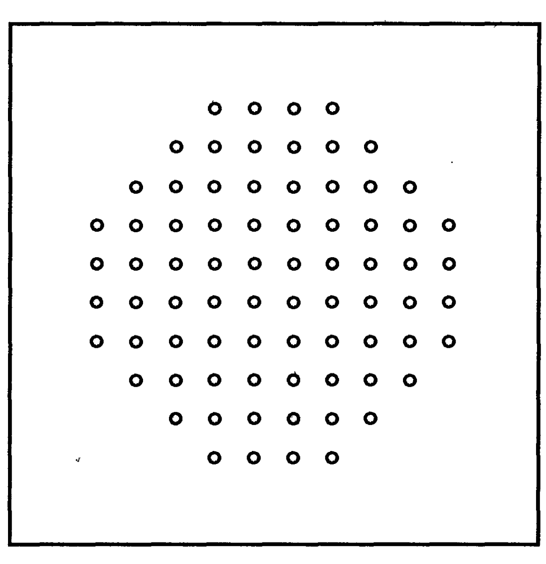


Рис. 6.5. Шаблон для сверления отверстий

Для точной разметки положения отверстий в качестве шаблона используйте испытательную плату, в которой просверлите отверстия с шагом 2,5 мм. Вначале жестко закрепите испытательную плату на лицевой стороне корпуса и отметьте маркером расположение отверстий. Затем выполните разметку лицевой стороны корпуса, просверливая отверстия диаметром 1 мм в отмеченных точках, совпадающих с шаблоном рис. 6.5. После нанесения разметки удалите испытательную плату и просверлите каждое отверстие сверлом диаметром 2,5 мм.

С учетом тока потребления, составляющего примерно 15 мА как в режиме приема так и в режиме передачи, в качестве источника напряжения 12 В портативной рации можно использовать обыкновенную батарею 12 В, а для обеспечения большего срока автономной работы – комплект из восьми батарей напряжением 1,5 В типа АА, который может поместиться внутри корпуса ТЕКО 4/В. Несмотря на то что в корпусах ТЕКО 4/А и Velleman G413 невозможно поместить такой комплект батарей, их небольшой размер может быть предпочтительным.

В соответствии с действующими правилами максимальная мощность радиопередающих устройств свободного пользования не должна превышать 10 мВт. Учитывая качество модулей ВЧ, используемых в данной портативной рации, ее качество и дальность действия несравнимы с предлагаемыми в продаже устройствами. Тем не менее, при наличии оптимальных условий и использовании рации на открытой местности ее дальность действия составляет 1,5 км.

Глава 7

АМ-аудиопередатчик УВЧ

Предлагаемое устройство – АМ-аудиопередатчик УВЧ – представляет собой хитроумное применение передающих и принимающих модулей АМ, предназначенных, прежде всего, для целей радиоуправления. В результате приемник и передатчик являются удивительно экономичными, простыми и эффективными.

Схема

Схема аудиопередатчика АМ представлена на рис. 7.1. Два операционных усилителя интегральной схемы CI1 марки TL062 образуют два каскада усиления. Первый усилитель представляет собой полосно-пропускающий усилитель с абсолютным коэффициентом усиления R2/R1. Конденсаторы C1 и C2 определяют соответственно верхнюю и нижнюю граничные частоты этого предварительного усилителя. Кроме того, конденсатор C1 изолирует постоянные составляющие микрофона и усилителя. Питание электретного микрофона происходит через резистор R6. Цепь R5/C3 обеспечивает фильтрацию питания микрофона. Конденсатор C5 представляет собой разделительный конденсатор, который изолирует постоянные составляющие между двумя каскадами усиления.

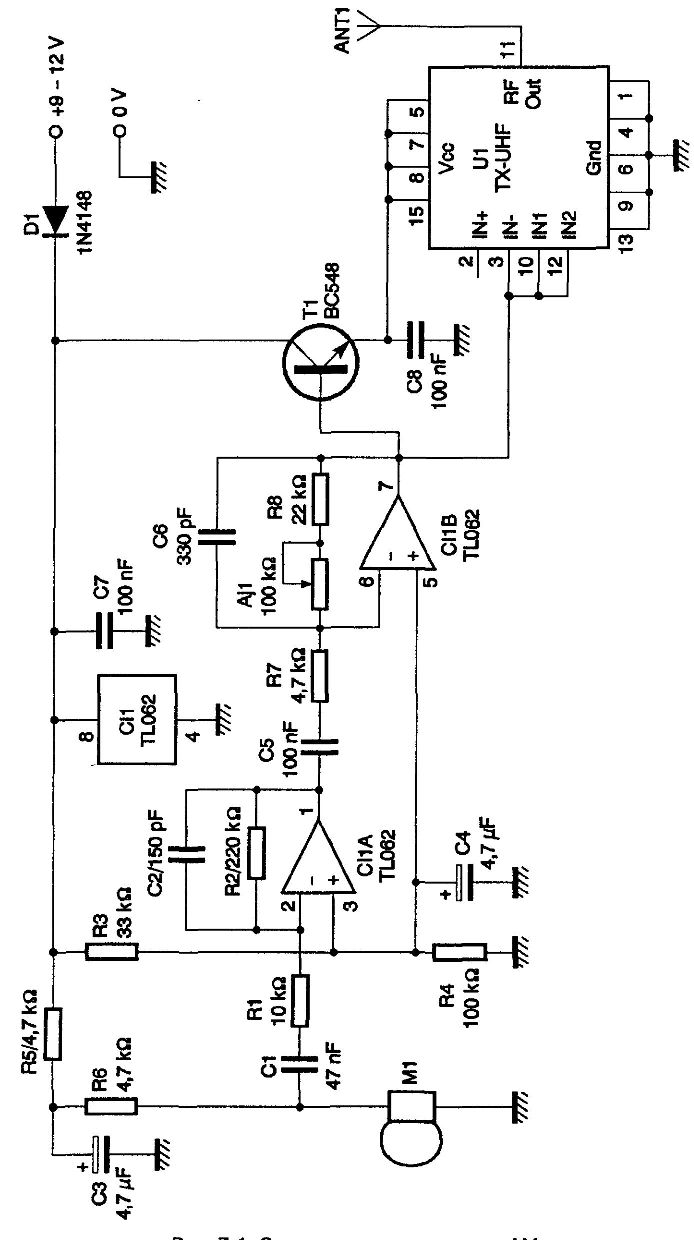


Рис. 7.1. Схема аудиопередатчика AM

Колебания напряжения, подаваемые микрофоном, являются очень слабыми и составляют порядка нескольких милливольт. Они накладываются на постоянную составляющую напряжения питания микрофона. Эти колебания усиливаются с общим коэффициентом усиления, регулируемым при помощи резистора Aj1. Резистор Aj1 определяет коэффициент усиления второго каскада усиления. Общий коэффициент усиления напряжения выражается уравнением:

$$Av = R2/R1 \times (R8 + Aj1)/R7$$

Неинвертирующий вход операционных усилителей смещен делителем напряжения R3/R4. Это смещение определяет уровень постоянной составляющей сигнала на выходе двух операционных усилителей. Соответственно, уровень напряжения, подаваемый на модуль ВЧ, зависит от напряжения в узле делителя напряжения R3/R4. Для адаптации этого смещения к любому модулю ВЧ достаточно изменить значение R3. Транзистор T1 образует буферный каскад, способный подавать ток питания модуля ВЧ. Таким образом, напряжение питания модуля ВЧ определяется уровнем подаваемого на него аудиосигнала.

Изготовление

На рис. 7.2 показан внешний вид передатчика. Печатная плата (рис. 7.3) предназначена для установки в экономичный корпус MEGA-3 или MEGA-4/BK1, снабженный отсеком для установки батареи напряжением 9 В.

Аудиопередатчик АМ разработан для установки в нем передающего модуля ВЧ с резонатором поверхностных волн, например модуля Aurel TX433-SAW или Telecontrolli RT5. Но можно использовать и другие модули. Поэтому на сборочном чертеже предложены различные варианты размещения модулей ВЧ, а также имеется три контакта (+, – , E), предназначенных для подключения внешних передатчиков (рис. 7.4). В зависимости от используемых модулей напряжение питания может заметно отличаться от напряжения, подаваемого батареей, как, например, в случае с передатчиками, работающими от напряжения 3 В. Значение резистора R3 должно

Рис. 7.2. Внешний вид аудиопередатчика АМ

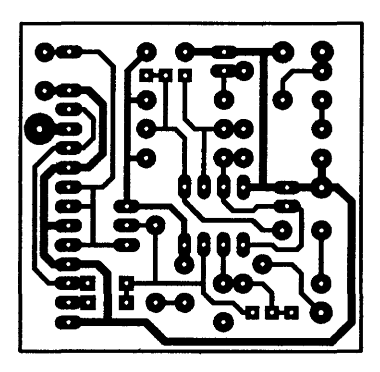


Рис. 7.3. Чертеж печатной платы

быть снижено таким образом, чтобы напряжение покоя на выходе интегральной схемы CI1 составляло 3,6 В. Для передатчика 3 В и батареи 9 В следует взять R4 = 27 кОм – среднее значение для батареи или аккумулятора напряжением 9 В.

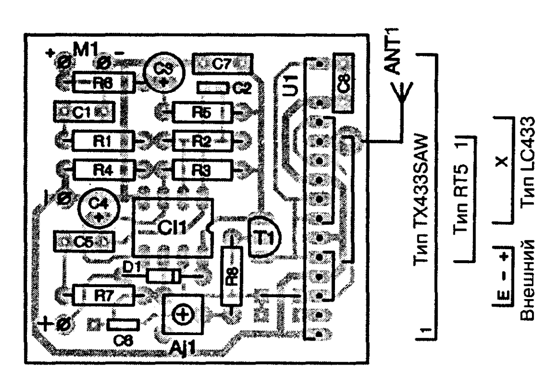


Рис. 7.4. Размещение компонентов

Перечень элементов

Резисторы:

- R1 – 10 кОм (коричневый, черный, оранжевый);
- R2 – 220 кОм (красный, красный, желтый);
- R3 – 33 кОм (оранжевый, оранжевый, оранжевый);
- R4 – 100 кОм (коричневый, черный, желтый);
- R5, R6, R7 – 4,7 кОм (желтый, фиолетовый, красный);
- R8 – 22 кОм (красный, красный, оранжевый);
- Aj1 – 100 кОм.

Конденсаторы:

- C1 – 47 нФ;
- C2 – 150 пФ;
- C3, C4 – 4,7 мкФ, 63 В;
- C5, C7, C8 – 100 нФ;
- C6 – 330 пФ.

Полупроводниковые приборы:

- D1 – диод 1N4148;
- T1 – транзистор BC547, BC 548, BC237;
- CI1 – интегральная схема TL062;

Прочие компоненты:

- M1 – электретный микрофон;
- U1 – модуль УВЧ, AM Aurel SAW-433;

- ANT1 – антенна из отрезка провода $\lambda/4$ (17 см для частоты 433 МГц);
- один корпус MEGA-3 или BK-1;
- одна батарея напряжением 9 В.

Чувствительность передатчика должна быть адаптирована в соответствии с условиями его использования. Этот передатчик может быть применен в качестве «шпионского» микрофона или экономичного микрофона ВЧ. Таким образом, для использования передатчика внутри помещения ручку резистора Aj1 следует установить в крайнее правое положение. Наоборот, при использовании передатчика в качестве микрофона ВЧ, который часто находится вблизи рта говорящего, коэффициент усиления микрофона необходимо уменьшить, установив ручку резистора Aj1 в крайнее левое положение.

Глава 8

AM-аудиоприемник УВЧ

Подобно аудиопередатчику AM экономичный модуль, изначально разработанный для приема логических данных, хитроумно используется в качестве приемника аудиосигналов. На самом деле, в большинстве подобных модулей имеется аналоговый выход, используемый в основном для тестирования модуля. После фильтрации и усиления сигнал на нем становится достаточно громким. Учитывая скромную стоимость некоторых принимающих модулей AM, изготовление этого AM-аудиоприемника УВЧ может оказаться очень экономичным.

Схема

Схема аудиоприемника AM, представленная на рис. 8.1, является очень простой.

В схеме принимающий модуль AM соединен с интегральным усилителем НЧ TBA820M. В самом деле, выход 13 принимающих модулей AM представляет собой контакт тестирования, на который подается аналоговый сигнал, получаемый в результате демодуляции сигнала AM, улавливаемого антенной. На слышимый сигнал часто накладывается паразитный

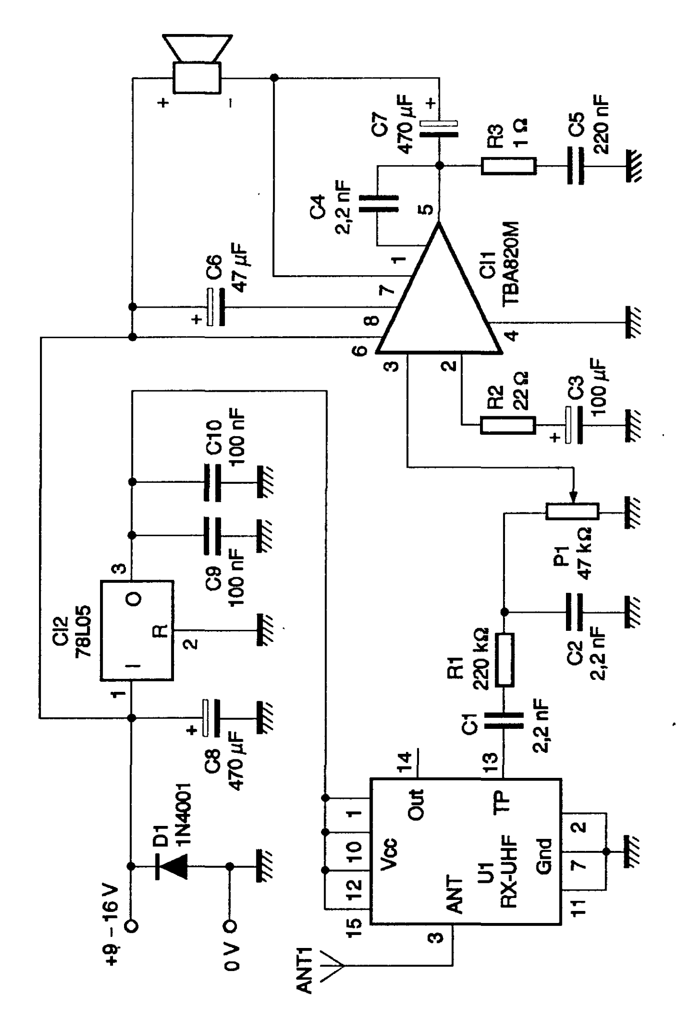


Рис. 8.1. Схема аудиоприемника AM

шум, который следует ослаблять. Эту роль выполняет полосно-пропускающий фильтр, состоящий из элементов R1, C2, P1 и C2. К тому же, полоса пропускания усилителя низкой частоты ограничена для усиления речи, содержащейся в принимаемом сигнале.

Усилитель НЧ TBA820M

Интегральная схема CI1 TBA820M представляет собой компактный усилитель НЧ, коэффициент усиления и полоса пропускания которого регулируются. Данная интегральная схема может питаться от напряжения 3–16 В, ток потребления в состоянии покоя достаточно мал. К тому же, начальное ослабление колебаний напряжения питания значительно и составляет примерно 42 дБ. Ослабление колебаний напряжения питания дополнительно улучшается за счет развязывающего конденсатора C6 емкостью 47 мкФ, подключенного к контакту 8 интегральной схемы TBA820M. Выходная мощность также достаточна и может достигать 2 Вт. Для достижения максимальной выходной мощности напряжение питания интегральной схемы должно составлять не менее 12 В при использовании в приемнике громкоговорителя с импедансом 8 Ом. В случае использования громкоговорителя с импедансом 4 Ом максимально возможная мощность составляет 1,5 Вт при напряжении питания 9 В.

Для интегрального усилителя TBA820M требуется достаточно малое количество внешних компонентов. Они выполняют функции отрицательной обратной связи и определяют коэффициент усиления напряжения или полосу пропускания усилителя. Коэффициент усиления напряжения TBA820M в замкнутой цепи зависит от значения резистора R2. Оптимальные коэффициент усиления и чувствительность обеспечиваются при установке резистора R2 сопротивлением 22 Ом. При этом коэффициент усиления составляет порядка 50 дБ, что соответствует усилению примерно в 300 раз. Полоса пропускания усилителя определяется значением компонентов R2 и C4. Возникновению генерации в выходном каскаде препятствует цепь R3/C5, состоящая из резистора сопротивлением 1 Ом и конденсатора емкостью 220 нФ, установленных параллельно с выходом усилителя.

Входной импеданс усилителя является значительным и составляет порядка 5 МОм. Конечно, такой высокий входной импеданс сопровождается слабым входным током смещения, как правило, равным 100 нА. Это дало возможность установить пассивный полосно-пропускающий фильтр, состоящий

из компонентов R1, C1, P1, C2. Фильтр частично подавляет выходной шум приемника АМ.

Питание

Приемник АМ использует напряжение питания 5 В, регулируемое стабилизатором CI2, вход которого защищен диодом D1 от инверсного включения питания.

Учитывая высокий ток потребления и диапазон питания усилителя НЧ TBA820M, а также предусмотренную функцию ослабления колебаний питания, его напряжение питания не стабилизируется.

Изготовление

Внешний вид аудиоприемника АМ приведен на рис. 8.2. Чертеж печатной платы приемника, представленный на рис. 8.3, предназначен для установки в экономичный корпус MEGA-3 или MEGA-4/BK1, снабженный отсеком для установки батареи напряжением 9 В.

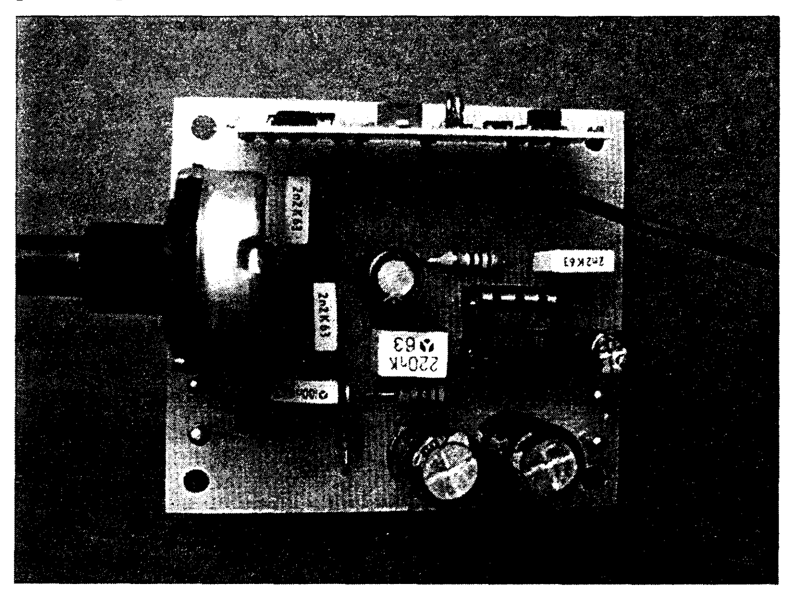


Рис. 8.2. Аудиоприемник АМ в сборе

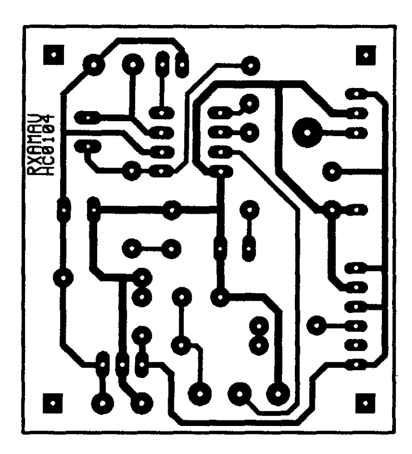


Рис. 8.3. Чертеж печатной платы

На рис. 8.4 показано размещение компонентов приемника, на печатной плате которого возможна установка различных принимающих модулей АМ.

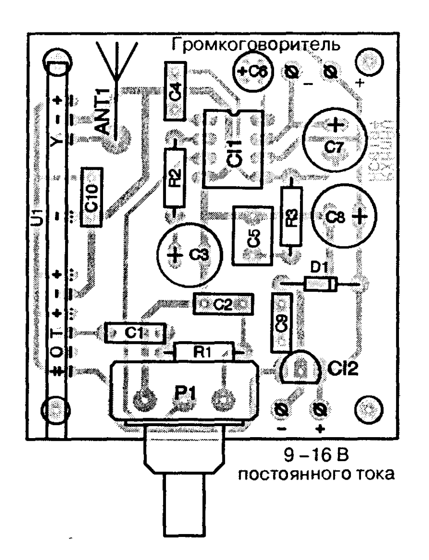


Рис. 8.4. Размещение компонентов

В табл. 8.1 указаны модули, классифицированные в соответствии с качеством их приема.

Таблица 8.1. Список приемников AM, работающих на частоте 433,92 МГц и снабженных выходом аудиосигнала

Условные обозначения	Замечания	Компания-производитель
STD433SIL	Очень хорошее качество, но высокая цена	Aurel
RF290-A5S	Достаточно хорошее качество, но имеется промежуток тишины при включении	Aurel
AMRX433STD	Качество нормальное, но уровень звука достаточно слабый	MIPOT
NB-1M	Пригоден для использования	Aurel
RR3	Качество достаточно низкое	Telecontrolli

Наилучший результат принадлежит модулю Aurel STD433. Однако модуль Aurel RF290-A5S обладает оптимальным отношением качества и цены. Другие модули обеспечивают более слабый выходной аудиосигнал. В случае их использования вместо потенциометра P1 сопротивлением 47 кОм следует установить потенциометр сопротивлением 220 кОм, а резистор R1 сопротивлением 220 кОм заменить резистором сопротивлением 100 кОм.

Перед установкой модуля на плату убедитесь, что напряжение питания на выходе стабилизатора 78L05 составляет 5 В. Инверсия стабилизатора данного типа случается достаточно часто. С другой стороны, если в качестве источника напряжения питания вы используете никель-кадмиевый аккумулятор 9 В, необходимо установить стабилизатор с низким напряжением разряда. В самом деле, при разряде батареи или аккумулятора до напряжения 8 В или ниже стабилизация 5 В становится неэффективной, и приемник начинает свистеть, а затем перестает работать.

Перечень элементов

Резисторы:

- R1 – 220 кОм (красный, красный, желтый);
- R2 – 22 Ом (красный, красный, черный);

- R3 – 1 Ом (черный, золотой, золотой);
- P1 – потенциометр 47 кОм.

Конденсаторы:

- C1, C2, C4 – 2,2 нФ;
- C3 – 100 мкФ, 16 В;
- C5 – 220 нФ;
- C6 – 47 мкФ, 16 В;
- C7 – 470 мкФ, 16 В;
- C8 – 470 мкФ, 25 В;
- C9, C10 – 100 нФ.

Полупроводниковые приборы:

- D1 – диод 1N4001;
- CI1 – интегральная схема TBA820M;
- CI2 – стабилизатор 78L05, 78M05 (см. раздел «Изготовление»);
- или LM2940-CT5 (Selectronic).

Прочие компоненты:

- U1 – см. раздел «Изготовление»;
- ANT1: антенна λ/4;
- одна пара наушников или небольшой громкоговоритель с импедансом от 4 до 16 Ом;
- один корпус MEGA-4 или BK-1.

Тестирование

Включите радиоприемник, работающий в диапазоне ЧМ, или проигрыватель компакт-дисков в изолированной комнате. Установите в этой комнате передатчик АМ. При каждом включении предварительно уменьшайте громкость приемника и установите потенциометр регулировки чувствительности передатчика в среднее положение. В таких модулях, как принимающий модуль АМ Aurel – RF290, включение сопровождается мгновением тишины. После этого отрегулируйте чувствительность передатчика ЧМ для получения аудиосигнала, одновременно достаточно четкого и громкого.

Глава 9

ЧМ-аудиопередатчик УВЧ

Высококачественные модули ЧМ позволяют устанавливать звуковую связь класса Hi-Fi. Самым распространенным применением является микрофон ВЧ, используемый актерами на сцене во время спектаклей. Предлагаемое устройство, ЧМ-аудиопередатчик УВЧ, разработано именно для такого применения. Несмотря на это, благодаря своим миниатюрным размерам данный передатчик сможет использоваться и для других целей. К тому же, он снабжен внешним входом, предназначенным для подключения таких дополнительных источников аудиосигнала, как телевизор или видеомагнитофон.

Схема

Схема передатчика, представленная на рис. 9.1, состоит из двух каскадов предварительного усиления аудиосигнала и одной схемы обнаружения сигнала, которая активирует работу передатчика радиочастоты. Таким образом, при отсутствии звуковых сигналов передатчик находится в состоянии покоя, в результате чего экономится энергия батареи.

Предварительное усиление

Два операционных усилителя интегральной схемы CI1 используются для предварительного усиления аудиосигнала,

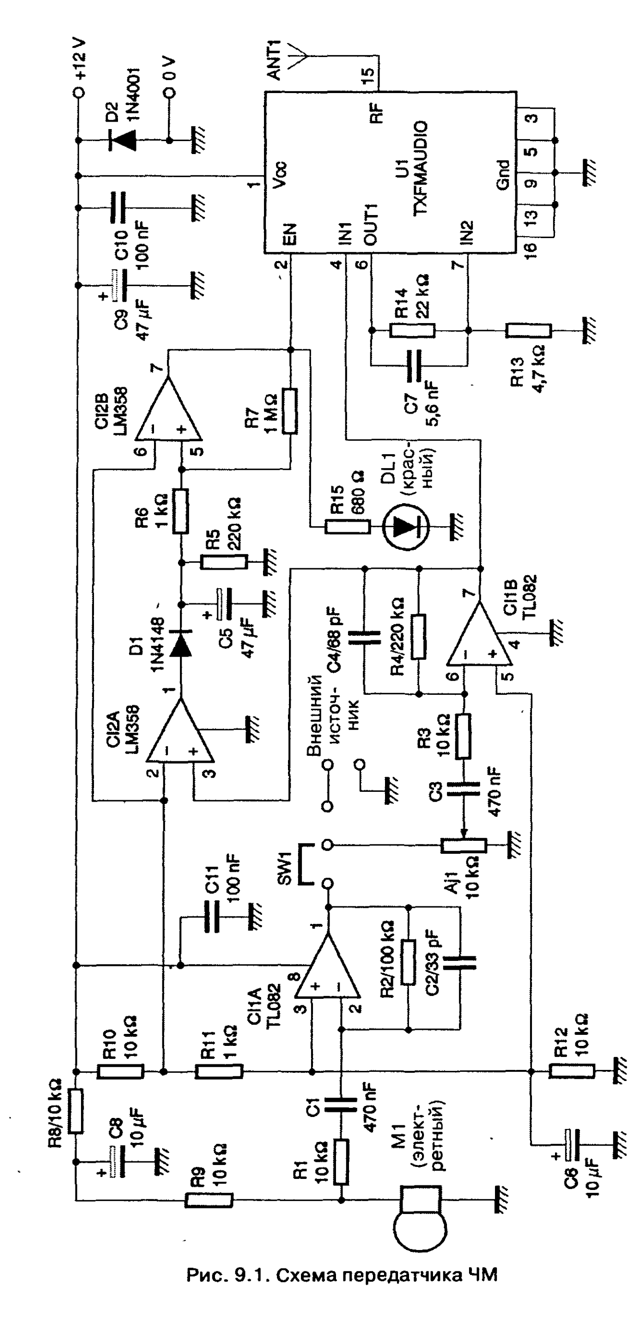


Рис. 9.1. Схема передатчика ЧМ

подаваемого на передающий модуль U1. Неинвертирующий вход этих усилителей смещен в отношении Vcc/2 делителем напряжения R10, R11, R12. Таким образом, аудиосигнал на выходе операционных усилителей примерно равен постоянной составляющей 6 В. Каждый из операционных усилителей представляет собой центральный элемент полосно-пропускающего инвертирующего усилителя, абсолютный коэффициент усиления которого составляет 10 для первого каскада (G = –R2/R1) и 22 для второго каскада (G = –R4/R3). Изоляция постоянных составляющих между каскадами обеспечивается конденсаторами C1 и C3, которые также определяют нижнюю граничную частоту усилителей. Подавление верхних частот осуществляется конденсаторами C2 и C4. Электретный микрофон подключен к питанию через резистор R9, который представляет собой сопротивление нагрузки полевого транзистора, установленного в микрофоне. Цепь R8/C8 образует фильтр нижних частот для фильтрации питания.

Установленный между двумя каскадами усиления потенциометр Aj1 предназначен для подачи необходимого уровня сигнала на вход модуля U1 независимо от того, является ли источником сигнала микрофон или внешнее оборудование. Выбор источника сигнала производится при помощи перемычки SW1.

Схема обнаружения сигнала

Обнаружение аудиосигнала выполняется операционным усилителем, используемым в качестве компаратора. Уровень напряжения на инвертирующем входе усилителя CI2A несколько выше постоянной составляющей на выходе усилителя CI2B благодаря резистору R11, присутствующему в делителе напряжения R10/R11/R12. Таким образом, при отсутствии сигнала на выходе 1 усилителя CI1B присутствует напряжение 0 В. Это же напряжение находится и на выходе 7 CI2B – второго операционного усилителя интегральной схемы CI2. В качестве CI2 используется интегральная схема типа LM358, представляющая собой двойной операционный усилитель, выходное напряжение которого может достигать 0 В. Для питания усилителя используется ассиметричное напряжение 0/12 В. Этот второй усилитель применяется в качестве

триггера Шмитта, гистерезис которого определяется отношением резисторов R6 и R7.

При появлении аудиосигнала уровень неинвертирующего входа усилителя CI2A превышает порог, подаваемый на инвертирующий вход – контакт 2 усилителя CI2. При этом на выход 1 CI2A подаются положительные импульсы, которые вызывают заряд конденсатора C5. Пока заряд конденсатора C5 превышает примерно 6 В, выход CI2B находится в состоянии высокого уровня, близком к 12 В. При этом происходит загорание светодиода DL1, а на вход включения модуля ВЧ подается логический уровень 1: передатчик радиочастоты включается.

Передатчик ЧМ

Модуль Aurel TXFMAUDIO представляет собой передатчик ЧМ с несущей частотой 433,8 МГц. Для питания передатчика необходимо асимметричное напряжение 12 В (0/12 В), а потребляемый им ток в режиме передачи составляет 15 мА. Соответственно, в качестве источника питания можно использовать батарею напряжением 12 В. Модулятору ЧМ предшествуют два каскада усиления, подобные каскадам усиления усилителя CI1. Коэффициент усиления первого каскада составляет 20, а второго – 5. К тому же, между этими усилителями установлена цепь предварительной коррекции R14, R13 и C7. Помимо усиления НЧ в модуле также имеется логический переключатель управления передачей радиочастоты. Включение схемы радиочастоты происходит при подаче положительного напряжения 12 В на контакт 2 модуля U1. Это сопровождается загоранием светодиода DL1. Радиочастотный сигнал подается на контакт 15 модуля. Именно к этому контакту подключается антенна в четверть длины волны длиной примерно 17 см.

Изготовление

Внешний вид передатчика ЧМ в сборе представлен на рис. 9.2. Печатная плата (рис. 9.3) является достаточно простой, для повторения чертежа вы можете воспользоваться любым доступным для вас способом.

Рис. 9.2. Внешний вид передатчика ЧМ

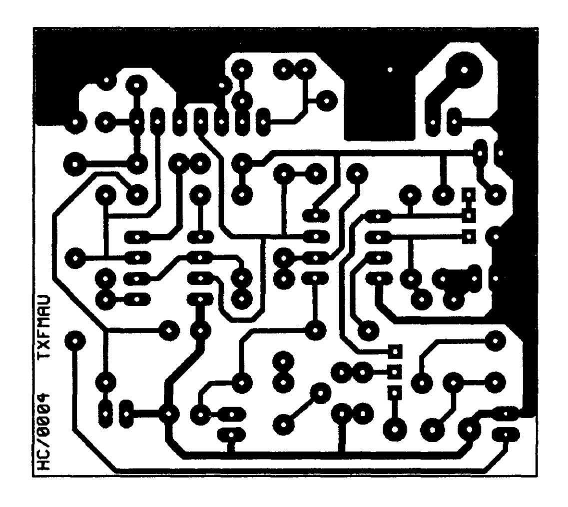


Рис. 9.3. Чертеж печатной платы

Размещение компонентов, представленное на рис. 9.4, следует начинать с установки самых невысоких элементов. При использовании передатчика в качестве микрофона для спектаклей не используйте для установки модуля контактные колодки по причине вибраций и толчков, возможных при мобильном использовании микрофона. Припаяйте модуль непосредственно к плате.

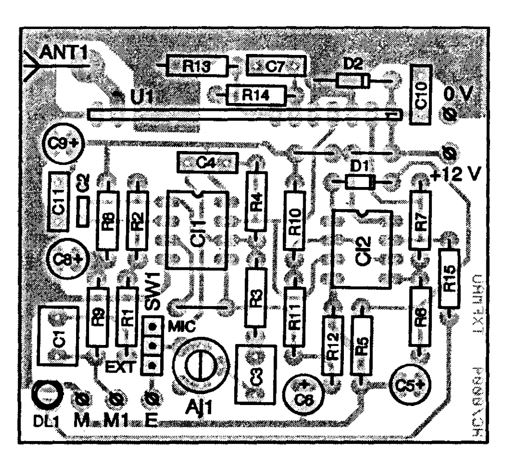


Рис. 9.4. Размещение компонентов

Потенциометр регулировки громкости

Если передатчик используется вместе с внешним источником аудиосигнала, то вместо потенциометра регулировки громкости можно установить переменный резистор. Напротив, в случае использования передатчика в качестве микрофона ВЧ, который, как правило, находится вблизи рта говорящего, для регулировки громкости следует использовать потенциометр, закрепляемый на внешней поверхности корпуса микрофона.

Перечень элементов

Резисторы:

- R1, R3, R8, R9, R10, R12 – 10 кОм (коричневый, черный, оранжевый);

- R2 – 100 кОм (коричневый, черный, желтый);
- R4, R5 – 220 кОм (красный, красный, желтый);
- R6, R11 – 1 кОм (коричневый, черный, красный);
- R7 – 1 МОм (коричневый, черный, зеленый);
- R13 – 4,7 кОм (желтый, фиолетовый, красный);
- R14 – 22 кОм (красный, красный, оранжевый);
- R15 – 680 Ом (голубой, серый, коричневый);
- Aj1 – потенциометр 10 кОм.

Конденсаторы:

- C1, C3 – 470 нФ;
- C2 – 33 пФ;
- C4 – 68 пФ;
- C6, C8 – 10 мкФ, 50 В;
- C7 – 5,6 нФ;
- C5, C9 – 47 мкФ, 16 В;
- C10, C11 – 100 нФ.

Полупроводниковые приборы:

- D1 – диод 1N4148;
- D2 – диод 1N4001...4007;
- DL1 – светодиод Ф3 со свечением красного цвета;
- CI1 – интегральная схема TL072, TL082;
- CI2 – интегральная схема LM358.

Прочие компоненты:

- U1 – передатчик ЧМ 433,8 МГц Aurel TXFMAUDIO;
- ANT1 – антенна из отрезка провода или направленная антенна длиной 17 см;
- M1 – электретный микрофон;
- SW1 – перемычка + три контактных штыря на перемычке;
- одна батарея напряжением 12 В;
- один корпус MEGA-4 или BK1.

Глава 10

ЧМ-аудиоприемник УВЧ

В данном аудиоприемнике ЧМ используется модуль ВЧ, специально предназначенный для высококачественной радиопередачи звуковых сигналов при помощи частотной модуляции.

Этот приемник является идеальным дополнением для аудиопередатчика ЧМ, описанного в предыдущей главе. Он может быть портативным и автономным благодаря небольшому дополнительному усилителю низкой частоты, способному подавать сигнал на громкоговоритель. Учитывая высокое качество приемника, он легко подключается к аудиосистемам класса Hi-Fi.

Схема

В центре схемы (рис. 10.1) приемника ЧМ находится модуль Aurel RXFMAUDIO.

Этот модуль представляет собой законченный приемник ЧМ 433, МГц, подающий аудиосигнал очень высокого качества. Аудиоигнал находится на контакте 10 модуля U1. Конденсатор C1 выполняет коррекцию предыскажения сигнала, поступающего на выход усилителя НЧ через каскад слежения, управляемый контуром шумоподавления принимающего модуля. Потенциометром P2 определяется уровень шумоподавления, при котором происходит размыкание переключателя, установленного между контактами 18 и 19. Таким образом,

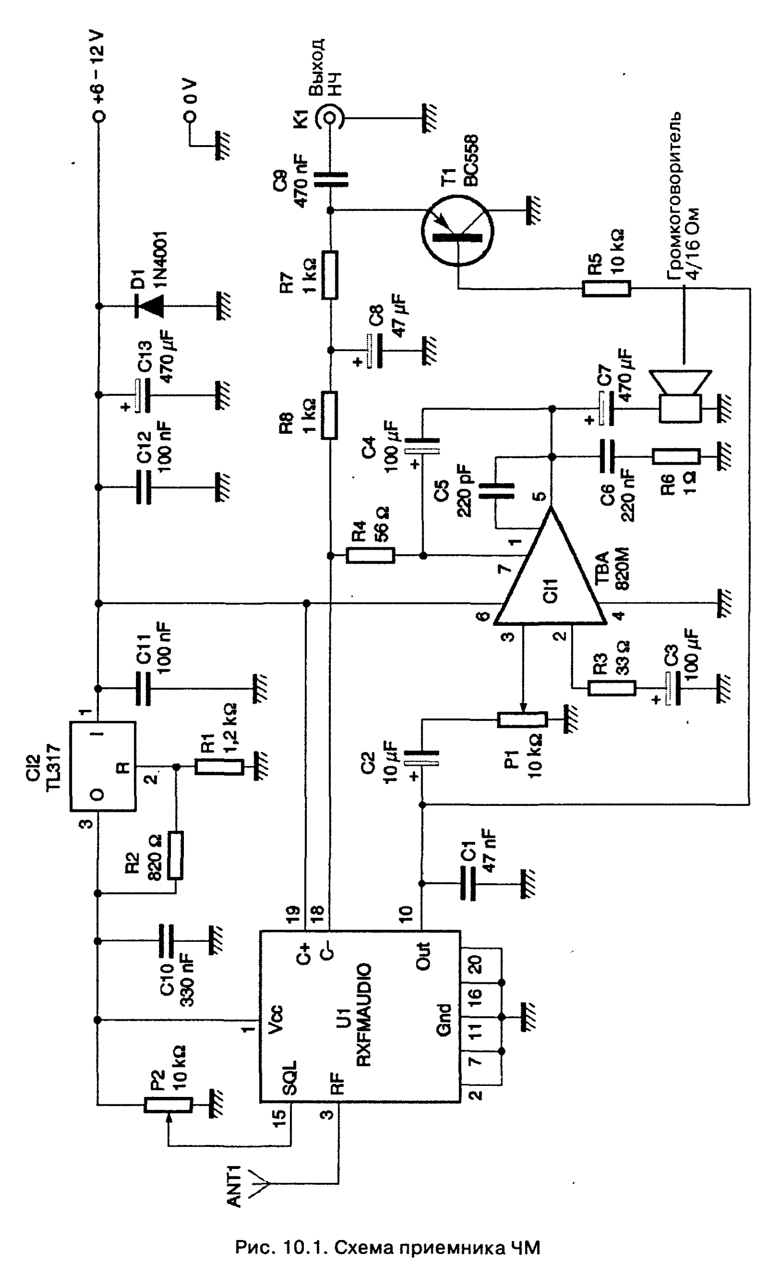


Рис. 10.1. Схема приемника ЧМ

пока амплитуда принимаемого сигнала находится выше уровня, установленного потенциометром P2, напряжение питания подается на контакт 18 принимающего модуля. При этом напряжение питания подается на следящий усилитель, выполненный на базе транзистора T1, а низкочастотный сигнал – на выход K1. Цепь R8/C8 образует фильтр низких частот питания. Конденсатор C9 обеспечивает изоляцию постоянной составляющей между выходом НЧ и входом аудиосистемы Hi-Fi или любого другого усилителя мощности.

В усилителе TBA820M также имеется функция бесшумной настройки, которая активируется при подаче напряжения питания на его входную цепь через переключатель шумоподавления модуля U1 (контакты 18 и 19). Таким образом, при отсутствии принимаемого сигнала или слишком слабом уровне или четкости сигнала в громкоговорителе усилителя НЧ шумы отсутствуют. Мощность усилителя низкой частоты регулируется потенциометром P1 и может достигать 2 Вт при импедансе 8 Ом. Цепь R6/C6 обеспечивает стабильность выходного каскада, конденсатор C5 определяет предел верхних частот, а резистор R3 устанавливает коэффициент усиления и чувствительность усилителя. Конденсатор C7 изолирует постоянную составляющую усилителя для подачи на громкоговоритель только сигнала НЧ.

Для работы принимающего модуля необходимо напряжение питания 3В, получаемое благодаря стабилизатору напряжения типа LM317, выходное напряжение которого определяется соотношением: $V_в = 1{,}25\,(1 + R2/R1)$. Диод D1 защищает схему от возможной инверсии полярности источника питания.

Изготовление

На рис. 10.2 показан внешний вид приемника ЧМ. Печатная плата приемника ЧМ (рис. 10.3) является достаточно простой, для повторения чертежа вы можете воспользоваться любым доступным для вас способом.

Размещение компонентов, представленное на рис. 10.4, следует начинать с установки самых невысоких элементов. Перед закреплением модуля на плате убедитесь, что напряжение питания модуля ВЧ, измеряемое на плате, составляет 3 В.

Рис. 10.2. Внешний вид приемника ЧМ

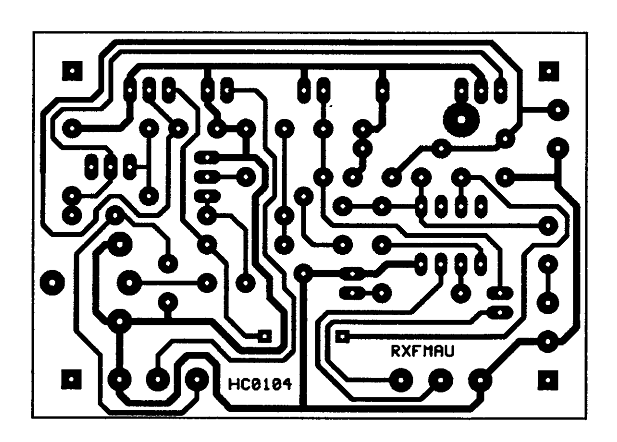


Рис. 10.3. Чертеж печатной платы

Задействуя приемник в качестве беспроводных наушников, не используйте для установки модуля контактные колодки по причине вибраций и толчков, возможных при мобильном

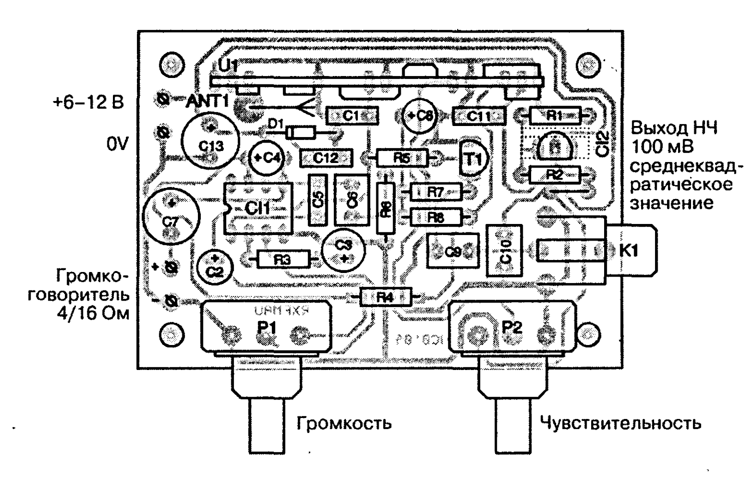


Рис. 10.4. Размещение компонентов

использовании наушников. Припаяйте модуль непосре ственно к плате.

При проведении испытаний потенциометр регулировк громкости следует установить в среднее положение, а поте циометр регулировки чувствительности – в крайнее левс положение.

Перечень элементов

Резисторы:

- R1 – 1,2 кОм (коричневый, красный, красный);
- R2 – 820 Ом (серый, красный, коричневый);
- R3 – 33 Ом (оранжевый, оранжевый, черный);
- R4 – 56 Ом (зеленый, голубой, черный);
- R5 – 10 кОм (коричневый, черный, оранжевый);
- R6 – 1 Ом (коричневый, черный, золотой);
- R7, R8 – 1 кОм (коричневый, черный, красный);
- P1 – логарифмический потенциометр 10 кОм;
- P2 – линейный потенциометр 10 кОм.

Конденсаторы:

- C1 – 47 нФ;
- C2 – 10 мкФ, 50 В;

- C3, C4 – 100 мкФ, 16 В;
- C5 – 220 пФ;
- C6 – 220 нФ;
- C7 – 470 мкФ, 16 В;
- C8 – 47 мкФ, 16 В;
- C9, C10 – от 220 до 470 нФ;
- C11, C12 – 100 нФ;
- C13 – 470 мкФ, 25 В.

Полупроводниковые приборы:

- D1 – диод 1N4001...4007;
- T1 – транзистор BC558;
- CI1 – интегральная схема TBA820M;
- CI2 – интегральная схема TL317, LM317.

Прочие компоненты:

- U1 – приемник ЧМ 433, 8 МГц Aurel RXFMAUDIO;
- ANT1 – антенна из отрезка провода $\lambda/4$;
- K1 – гнездовой разъем типа RCA;
- один громкоговоритель с импедансом 4–16 Ом;
- четыре круглых штыревых контакта.

Глава 11

Блок радиоуправления с автоматическим программированием

Благодаря использованию модуля MM57C200, представляющего собой высокоэффективное кодирующее-декодирующее устройство, предлагаемое компанией National Semi-Conductors, блок дистанционного управления обеспечивает возможность дистанционно программировать код управления приемником, также снабженным данным модулем.

Кроме того, этот блок радиоуправления может использоваться для традиционного управления приемниками с классическим декодирующим устройством UM3750 или MM53200. Модуль MM57C200 способен работать в трех режимах и точно повторяет тип кодировки бит, используемых знаменитыми модулями MM53200 и UM3750. Помимо этого, модуль MM57C200 обладает такими дополнительными функциями, как выход с одним или двумя устойчивыми состояниями. Он обеспечивает дистанционное программирование приемника при помощи кода, переданного блоком радиоуправления. При этом данный код заносится в электронно-перепрограммируемую постоянную память EEPROM, используемую вместе с модулем MM57C200 приемника.

Схема

На рис. 11.1 представлена схема блока радиоуправления, центральным элементом которого является интегральная схема

ММ57С200, применяемая в качестве кодирующего модуля. Работа модуля ММ57С200 схожа с работой традиционных кодирующих модулей ММ53200 или UM3750, но их цоколевка различна. Модуль ММ57С200 выполнен в корпусе с двухрядным расположением 20 контактов, а модуль ММ53200 – в корпусе с двухрядным расположением 18 контактов. Кроме того, структура этой интегральной схемы схожа со структурой микроконтроллера, в котором имеется определенное количество входов/выходов, а также цепь инициализации R2/C2. При каждом включении блока радиоуправления эта цепь кратковременно переводит контакт 16 интегральной схемы CI1 в состояние низкого логического уровня. Так как используемый генератор является генератором емкостно-резистивного типа, рабочая частота CI1 определяется значением компонентов R1 и C1.

Включение блока радиоуправления происходит при нажатии кнопки BP1. Стабилизатор напряжения CI2 типа 78L05 устанавливает напряжение питания интегральной схемы CI1 на 5 В. Передающий модуль ВЧ питается непосредственно от батареи напряжением 9 В или 12 В.

Микроконтакты SW1 и SW2 корпуса с двухрядным расположением контактов определяют код из 12 бит, который обеспечивает 2^{12} (4096) возможных комбинаций. Когда какой-либо контакт подключает вход к корпусу, бит соответствующего ему кода устанавливается в 0. При размыкании контакта этот бит устанавливается в 1. В таком случае кодирующий вход находится на высоком логическом уровне под действием резистора возврата к напряжению Vcc, встроенного в интегральную схему CI1.

Перемычка SW3 определяет режим работы выхода декодирующего устройства. При подключении к корпусу контакта MF3 включается режим работы с двумя устойчивыми состояниями. Если перемычка находится в положении (1), то вход MF2 резистором R4 возвращается к Vcc, а выход декодирующего устройства работает, как выход модуля ММ53200, и в течение короткого времени, равного длительности передачи, находится в состоянии низкого уровня.

Вторая кнопка BP2 предназначена для включения процедуры дистанционного программирования. Для этого в первую

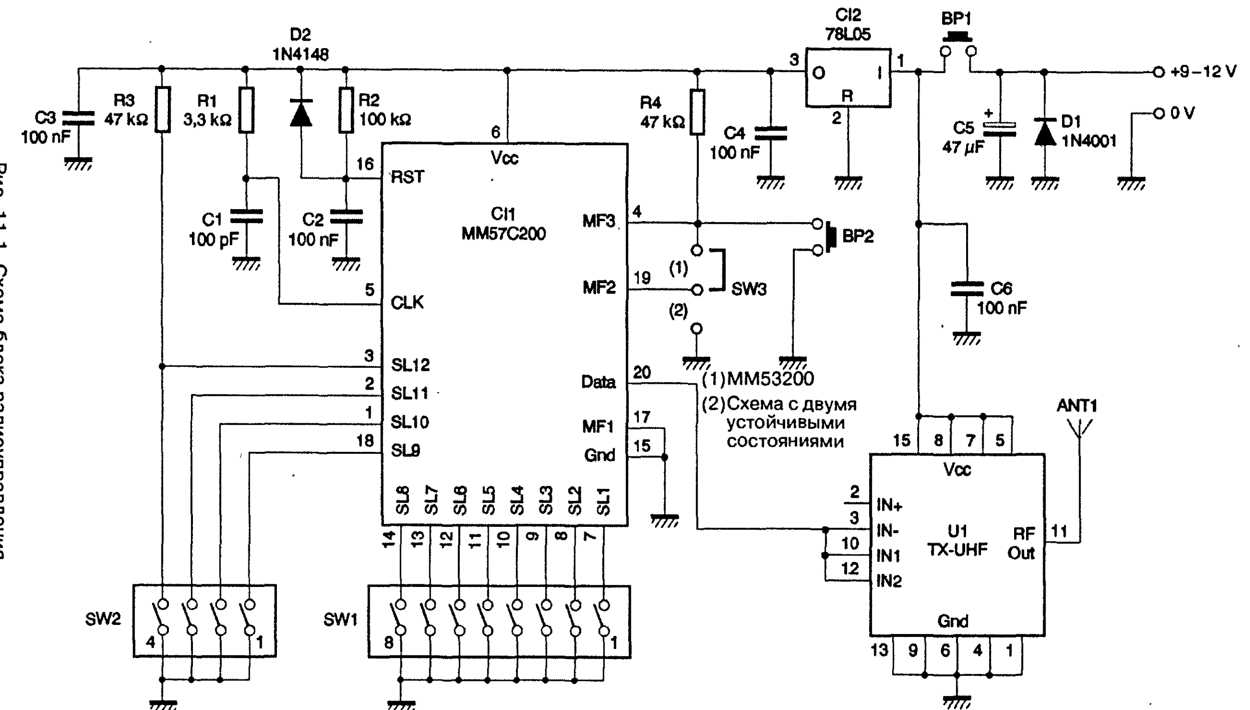


Рис. 11.1. Схема блока радиоуправления

очередь следует нажать кнопку BP2, а затем кнопку BP1 – произойдет загорание зеленого светодиода приемника, и новый код будет отправлен в течение последующих 45 с.

Изготовление

На рис. 11.2 показан внешний вид блока радиоуправления. На рис. 11.3 представлен чертеж печатной платы блока радиоуправления, для его повторения вы можете воспользоваться любым доступным для вас способом.

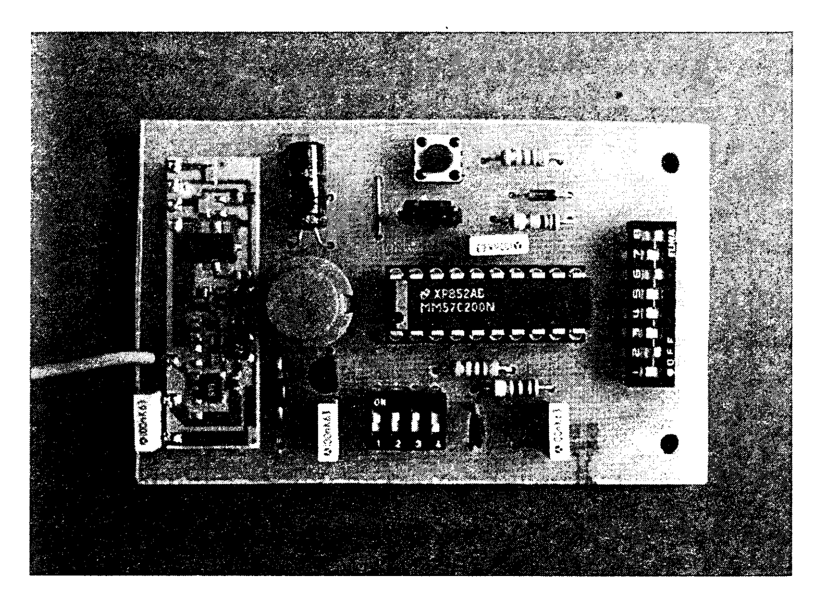


Рис.11.2. Внешний вид блока радиоуправления

При установке компонентов в соответствии со сборочным чертежом, представленным на рис. 11.4, следует прибегнуть к небольшой хитрости – закрепить основную нажимную кнопку блока со стороны медного покрытия платы, чтобы упростить установку в корпус. Таким образом, кнопка будет выступать из корпуса блока радиоуправления, что позволит не выносить ее наружу или приподнимать.

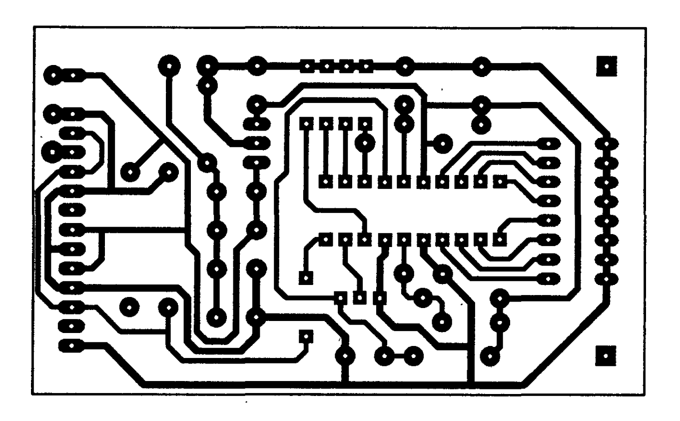


Рис. 11.3. Чертеж печатной платы

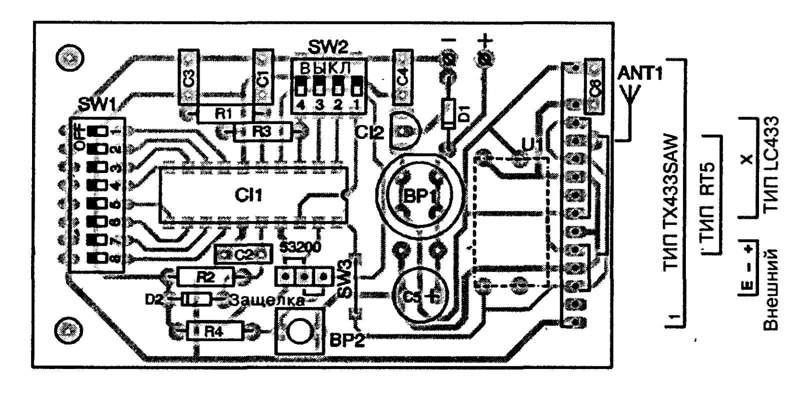


Рис. 11.4. Размещение компонентов

Выбор режима работы

Выбор режима работы выхода 17 декодирующего устройства зависит от конфигурации кодирующего устройства блока радиоуправления. Выбор выполняется при помощи перемычки SW3, которая подключает к корпусу вход MF2 – контакт 19 кодирующего устройства для работы в режиме двух устойчивых состояний, или возвращает к напряжению Vcc для работы в режиме одного устойчивого состояния, например режима работы MM53200 или подобного ему модуля (UM3750 и т.д.).

Тестирование

Перед установкой модуля MM57C200 в контактную колодку убедитесь, что при нажатии нажимной кнопки на модуль подается напряжение питания, составляющее 5 В.

Для проверки основных функций данного блока радиоуправления можно использовать приемник, снабженный обыкновенным модулем UM3750 или MM53200. Установите на блоке радиоуправления и приемнике строго идентичную кодировку. Самая простая кодировка заключается в установке в положение **Выкл.** всех микроконтактов. После этого следует выполнить полное тестирование блока радиоуправления при помощи приемника, представленного в главе 12.

Перечень элементов

Резисторы:

- R1 – 3,3 кОм (оранжевый, оранжевый, красный);
- R2 – 100 кОм (коричневый, черный, желтый);
- R3, R4 – 47 кОм (желтый, фиолетовый, оранжевый).

Конденсаторы:

- C1 – 100 пФ, группа по ТКЕ NPO;
- C2, C3, C4 – 100 нФ;
- C5 – 47 мкФ, 16 В.

Полупроводниковые приборы:

- D1 – диод 1N4001...07;
- D2 – диод 1N4148;
- CI1 – интегральная микросхема MM57C200 (Selectronic 21.1220);
- CI2 – стабилизатор 78L05.

Прочие компоненты:

- U1 – передающий модуль УВЧ, AM, такой как TX433-SAW, RT6-433 и т.д.;
- ANT1 – антенна из отрезка провода $\lambda/4$;
- BP1 – круглая нажимная кнопка;
- BP2 – нажимная кнопка для установки на печатной плате;

- SW1 – микропереключатель с двухрядным расположением восьми контактов;
- SW2 – микропереключатель с двухрядным расположением четырех контактов;
- SW3 – одна перемычка + три контактных штыря на перемычке;
- два круглых контактных штыря из латуни.

Глава 12

Радиоуправляемое реле с дистанционно программируемой кодировкой

В основе данного приемника радиоуправления находится декодирующий модуль MM57C200, код которого, состоящий из 12 бит, сочетается с классическими модулями UM3750 и MM53200. Но основная особенность этой системы заключается в возможности дистанционного программирования кода, заносимого в электронно-перепрограммируемую постоянную память EEPROM, установленную на плате приемника. В этом блоке памяти типа 93C06 также содержится код по умолчанию, который называется основным кодом и используется для инициализации системы.

Схема

В центре схемы данного дистанционно программируемого приемника находится модуль MM57C200 (рис. 12.1). В данном случае эта интегральная схема, обозначенная CI1, используется в качестве декодирующего устройства. Работа CI1 определяется предварительным программированием памяти EEPROM CI2 типа 93C06 или эквивалентного типа. Модуль MM57C200 может работать в трех режимах: I, II и III. Для включения автоматического программирования системы MM57C200 должен работать в режиме II, когда декодер остается сочетаемым с модулем MM53200. Это позволяет использовать данный приемник с блоком радиоуправления, снабженным модулем MM53200 или таким его эквивалентом, как UM3750.

Рис. 12.1. Схема радиоуправляемого приемника

Использование модуля MM57C200 в режиме II

Режим II обеспечивается программированием регистра 0D памяти 93C06 битом n8 в состояние 1 и битом n9 в состояние 0. В этом режиме работы код передатчика определяется так же, как в режиме I, с обеспечением сочетаемости с модулем MM53200 через микроконтакты на входах SL1–SL12 модуля MM57C200. Код приемника, напротив, хранится в памяти EEPROM типа 93C06. Таким образом, количество возможных кодов соответствует режиму I и составляет 4096 возможностей. В памяти, сопутствующей декодирующему устройству, содержится два кода: основной код и текущий код.

Основной код

Предварительно основной код должен быть обязательно запрограммирован в память 93C06 по адресу 0F. Как правило, этот код используется при первом соединении с блоком управления или в случае, когда текущий код был утрачен или забыт пользователем.

Текущий код

Текущий код программируется блоком радиоуправления. Однако этот код может заноситься в память 93C06 заранее. В таком случае бит nC регистра 00 памяти должен устанавливаться в 0. Иначе, несмотря на то что текущий код уже находится в памяти, он будет игнорироваться, а кодом, понятным для декодирующего устройства, будет являться основной код.

Использование основного кода

Как правило, основной код используется в ходе первого общения между кодирующим устройством блока радиоуправления и декодирующим устройством приемника. Он устанавливает в 1 бит n12 (бит C) регистра 00 памяти 93C06.

Основной код также регулярно отправляется на декодирующее устройство после того, как вход MF3, представленный контактом 4 модуля MM57C200, удерживался подключенным к корпусу в течение не менее 2 с. Таким образом, модуль

MM57C200 может быть инициализирован своим основным кодом в любой момент при нажатии кнопки, установленной на плате приемника, до тех пор, пока на произойдет загорание светодиода DL1. В самом деле, когда модуль MM57C200 определяет, что его вход MF3 находился подключенным к корпусу в течение не менее 2 с, он указывает на возобновление активности основного кода переключением в 0 выхода 19 в течение 2 с за исключением случая, когда основной код уже активирован. В этом случае загорания светодиода DL1 не происходит.

Использование текущего кода

Если использование текущего кода было подтверждено в памяти в ходе дистанционного программирования системы или после установки в 0 бита n12 (бита C) регистра 00 при начальном программировании системы, то кодировка передатчика должна соответствовать текущему коду, записанному в регистр 00 памяти при помощи первых двенадцати битов, с бита n0 по бит nB.

Выход с двумя или одним устойчивым состоянием модуля MM53200

Если код, подаваемый на вход 20 модуля MM57C200, совпадает с активным кодом, то есть с основным или текущим кодом, то выход 17 изменяет свое логическое состояние. Если на блоке радиоуправления выбирается режим MM53200, выход 17 устанавливается в 0 и остается в этом состоянии все время, пока принимаемый код является верным. Напротив, в случае выбора режима с двумя устойчивыми состояниями выход 17 изменяет свое логическое состояние при каждом новом получении верного кода.

Работа реле

Если выход 17 интегральной схемы CI1 установлен в 1, транзистор T1 запирается, и, соответственно, светодиод DL2 остается неактивным. Транзистор T3 также запирается, в результате чего не происходит подача питания на реле.

При переходе выхода 17 интегральной схемы CI1 в логическое состояние 0 транзистор T2, наоборот, становится проводящим, а его цепь эмиттер-коллектор – эквивалентом ключа в замкнутом состоянии. При этом происходит загорание светодиода DL2, ток которого ограничивается резистором R9. Одновременно на транзистор T3 поступает ток базы, достаточный для его насыщения. При этом на реле RL1 подается питание. Подача питания продолжается все время, в течение которого выход 17 интегральной схемы CI1 находится в состоянии низкого логического уровня.

Питание

Питание логических цепей обеспечивается стабилизатором напряжения CI3, который устанавливает общее напряжение питания приемника равным 5 В. В качестве источника напряжения можно использовать батарею или сетевой адаптер, в зависимости от типа используемого реле подающий напряжение 12 В или 24 В.

Изготовление

На рис. 12.2 показан внешний вид приемника с дистанционно программируемым кодом, а чертеж печатной платы изображен на рис. 12.3. Установку компонентов в соответствии со сборочным чертежом, представленным на рис. 12.4, следует выполнять в обычном порядке, начиная с самых мелких: перемычек, диодов, резисторов, и завершая наиболее крупными компонентами – реле и т.п.

Интегральные схемы устанавливаются на контактных колодках. Такой способ установки наиболее желателен, если вам придется изменять программирование кода в памяти EEPROM.

Напоминаем, что перед проведением первых испытаний память 93C06 приемника должна быть запрограммирована. Существуют различные программаторы, но вы можете воспользоваться программатором, предложенным автором в приложении 5. Этот небольшой простейший, но очень экономичный программатор подключается к параллельному порту ПК.

Рис. 12.2. Внешний вид приемника

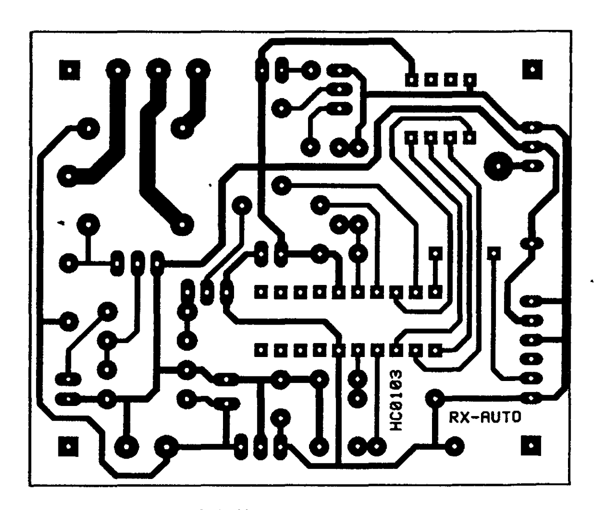


Рис. 12.3. Чертеж печатной платы

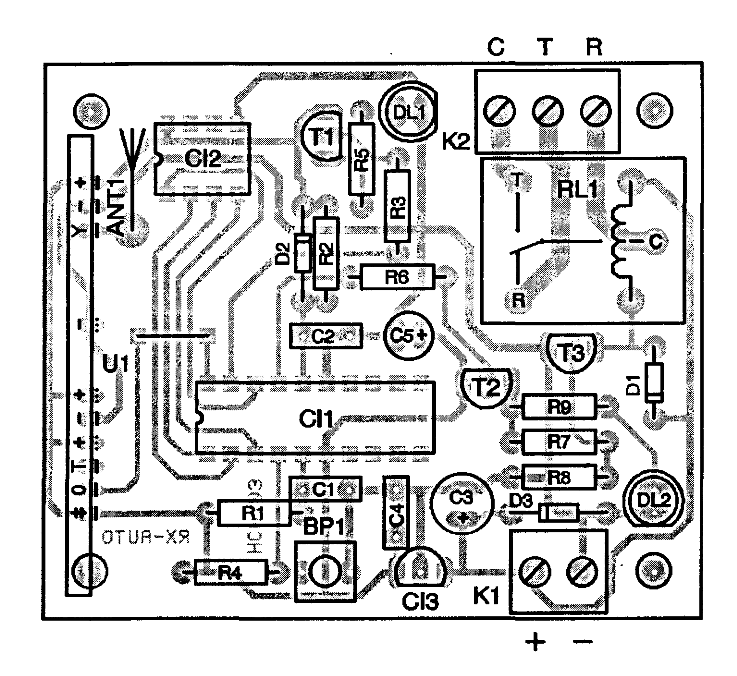


Рис. 12.4. Размещение компонентов

Программирование памяти 93C06

Предварительное программирование памяти 93C06 необходимо для начальной работы приемника. При этом должно быть запрограммировано, как минимум, два регистра (табл. 12.1). Первый из них – регистр ID, дополненный несколькими битами выбора и соответствующий регистру 0D памяти EEPROM. Его шестнадцатеричное значение составляет 47. Во втором регистре находится основной код приемника, используемый при первом общении между кодирующим и декодирующим устройствами или при необходимости повторной инициализации декодирующего устройства. Этот код определяется первыми двенадцатью битами регистра 0F.

Таблица 12.1. Используемые регистры памяти 93C06

	Биты регистров															
	F	E	D	C	B	A	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
00	Не используются			(1)	Текущий код											
0D	Не используются						0	1	ID = 47h = 01000111							
0F	Не используются				Основной код											

Не используются: неиспользуемые биты, установленные в 0.

(1): бит nC регистра 00 указывает активный код – основной или текущий. Если бит C = 1, активным является основной код. Для использования текущего кода бит C должен быть установлен в 0. Это происходит в результате дистанционного программирования.

Третий регистр может быть запрограммирован или оставлен в начальном состоянии со значением FFFFh. Это регистр 00, в котором хранится текущий код. Его программирование может быть выполнено в ходе начального программирования памяти или дистанционно, при помощи блока радиоуправления.

Перечень элементов

Резисторы:

- R1 – 3,3 кОм (оранжевый, оранжевый, оранжевый);
- R2 – 100 кОм (коричневый, черный, желтый);
- R3, R6 – 22 кОм (красный, красный, оранжевый);
- R4 – 47 кОм (желтый, фиолетовый, оранжевый);
- R5, R9 – 150 Ом (коричневый, зеленый/серый, коричневый);
- R7 – 4,7 кОм (желтый, фиолетовый, красный);
- R8 – 10 кОм (коричневый, черный, оранжевый).

Конденсаторы:

- C1 – 100 пФ, группа по ТКЕ NPO;
- C2, C4 – 100 нФ;
- C3 – 220 мкФ, 25 В;
- C5 – 47 мкФ, 10 В.

Полупроводниковые приборы:

- D1, D2 – диоды 1N4148;
- D3 – диод 1N4001...07;
- DL1 – светодиод со свечением желтого цвета;
- DL2 – светодиод со свечением красного цвета;
- T1, T2 – транзисторы BC558, BC558;
- T3 – транзистор BC338, BC337;
- CI1 – интегральная схема MM57C200 (Selectronic);
- CI2 – микросхема памяти EEPROM 9306, 9346;
- CI3 – стабилизатор 78L05...7805.

Прочие компоненты:

- U1 – приемник AM УВЧ, типа NB-01, RR6 или другой;
- ANT1 – антенна из отрезка провода $\lambda/4$;
- RL1 – реле 12 В/1RT – 3A (Selectronic 21.6714);
- BP1 – нажимная кнопка для установки на печатной плате с шагом 5,08 мм;
- K1 – клемма с двумя контактами с шагом 5,08 мм;
- K2 – клемма с тремя контактами с шагом 5,08 мм.

Первые испытания

Пример основного кода, установленного при помощи блока радиоуправления из главы 11, представлен на рис. 12.5. Что касается памяти EEPROM приемника, напоминаем, что значение регистра ID составляет 47, а режим II активируется при установке бита n9 в 0 и бита n8 в 1. В результате этого получается шестнадцатеричное значение 0147h для регистра 0D памяти и значение 0AAA для регистра 0F, соответствующего текущему коду.

При необходимости активации текущего кода, начиная с первого использования блока радиоуправления, в качестве примера следует принять кодировку, представленную на рис. 12.6. В регистре 00 содержится значение 1CCCh.

Для использования основного кода память должна быть запрограммирована в соответствии с указаниями табл. 12.2.

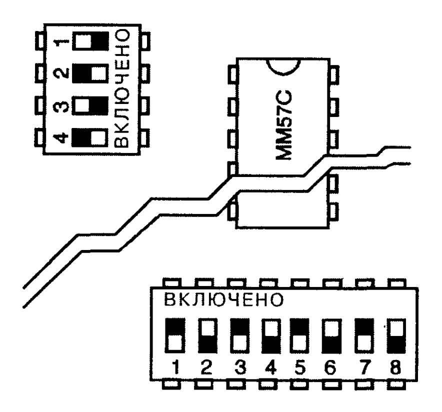


Рис. 12.5. Пример основного кода

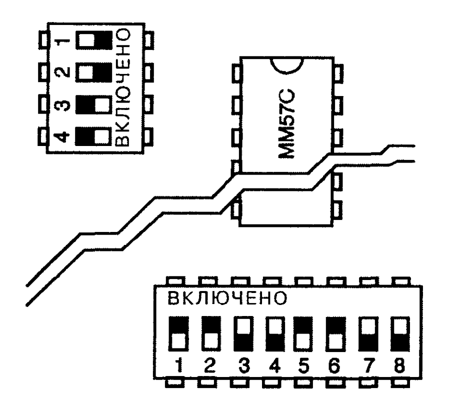


Рис. 12.6. Пример текущего кода

Таблица 12.2. Программирование переключателей в корпусе с двухрядным расположением контактов блока радиоуправления для использования основного кода

	Регистр	Шестнадцатеричное данное
Текущий код	00	FFFF
ID	0D	0147
Основной код	0F	0AAA

Для использования текущего кода, начиная с первого включения, память должна быть запрограммирована в соответствии с указаниями табл. 12.3.

Таблица 12.3. Программирование переключателей в корпусе с двухрядным расположением контактов блока радиоуправления для использования текущего кода

	Регистр	Шестнадцатеричное данное
Текущий код	00	1CCC
ID	0D	0147
Основной код	0F	0AAA

Глава 13

Блок радиоуправления с 20 млн кодов

Этот блок радиоуправления является особо эффективным благодаря миллионам возможных комбинаций, а также функции одновременной передачи восьми команд или индивидуального управления 256 независимыми приемниками. Для этого используется очень эффективное кодирующе-декодирующее устройство. Речь идет о модуле MM57C200 компании National Semi-Conductors, используемом в режиме III. Кодировка бит данного модуля соответствует кодировке классических модулей MM532000 или UM3750.

Таким образом, данный блок радиоуправления может работать совместно с приемником, снабженным 256 каналами для осуществления безопасной радиосвязи с многочисленными приборами, или с приемником с восемью одновременно используемыми каналами для применения в области моделирования, робототехники и т.д., например, для изготовления программируемой гирлянды, снабженной восемью радиоуправляемыми каналами.

Схема

Схема данного блока радиоуправления с 20 млн кодов, представленная на рис. 13.1, схожа со схемой блока радиоуправления

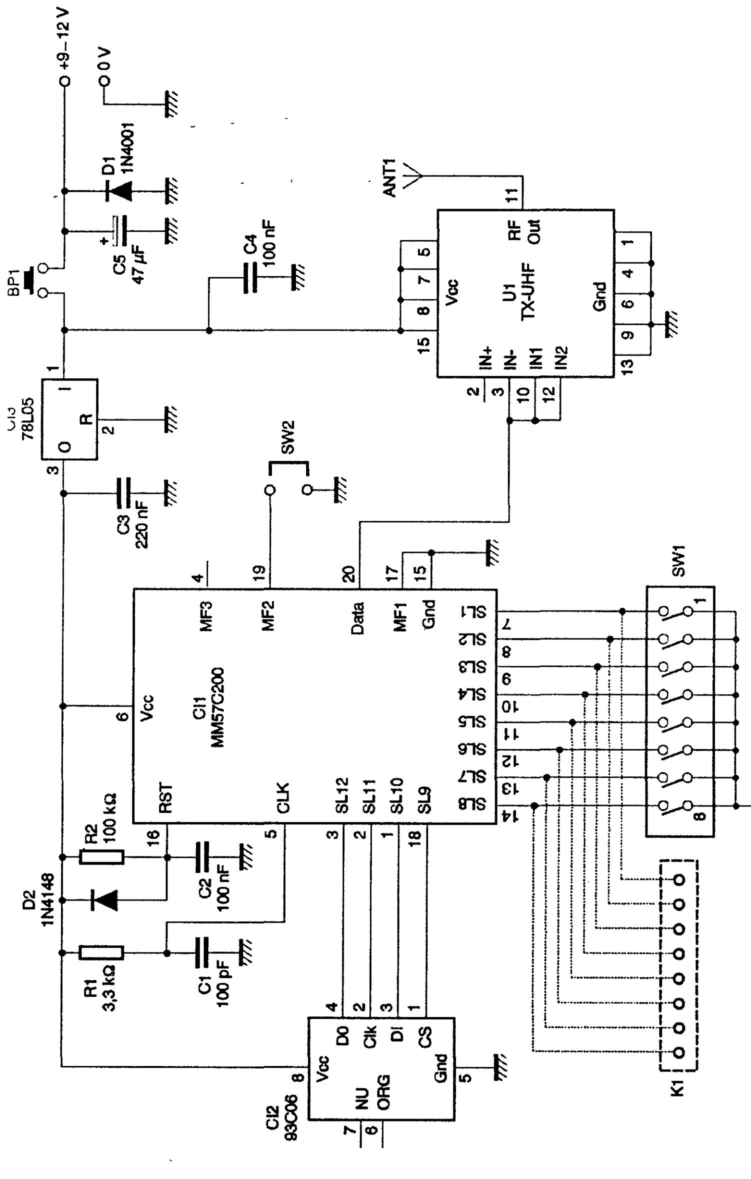


Рис. 13.1. Схема устройства радиоуправления

с функцией дистанционного программирования, которая была рассмотрена в главе 11. В этой схеме уже использовалось кодирующе-декодирующее устройство MM57C200, но в режиме II, когда была сохранена его сочетаемость с модулями MM53200 или UM3750. В главе 11 модуль MM57C200 описан более подробно.

В данном случае микропереключатели в корпусе с двухрядным расположением контактов не выполняют обычную для них функцию программирования кода. К тому же сохранен лишь микропереключатель SW1, роль которого заключается в задании параметров восьми линий данных, определяющих номер активного или активных каналов. Второй микропереключатель в данной схеме заменен электронно-перепрограммируемой постоянной памятью EEPROM, в которой содержится код из 20 бит, обеспечивающий 1 млн возможных кодов (2^{20}).

Напоминаем, что инициализация модуля MM57C200 осуществляется цепью R2/C2, которая при каждом включении блока радиоуправления кратковременно устанавливает вход 16 модуля в состояние низкого уровня. Так как в схеме использован резистивно-емкостной генератор, его рабочая частота определяется значением компонентов R1 и C1.

Включение блока радиоуправления происходит при нажатии кнопки BP1. Стабилизатор напряжения CI2 типа 78L05 устанавливает напряжение питания интегральной схемы CI1 равным 5 В. Питание передающего модуля ВЧ осуществляется либо от этого стабилизатора, либо непосредственно от источника питания, в качестве которого используется батарея напряжением 9 В или 12 В. Выбор зависит от используемого модуля.

Перемычка SW2 задает режим работы выхода декодирующего устройства приемника. Если перемычка установлена, она подключает к корпусу вход MF2, в результате чего активируется режим работы с двумя устойчивыми состояниями. Если же перемычка не установлена, вход MF2 подключается

к цепи питания Vcc. При этом выход декодирующего устройства работает, как в классическом модуле MM53200, и остается в состоянии низкого уровня в течение всего времени приема верного кода.

В режиме III помимо идентификации памяти (ID) регистр 0D указывает режим работы модуля MM57C200 и конфигурацию выходов SL1–SL8 в соответствии с табл. 13.1, 13.2 и 13.3. Что касается 20-битового кода, то он находится в регистрах 0E и 0F. В режиме III использование основного кода не предусмотрено, а 20-битовый код не программируется дистанционно. Таким образом, использование 20-битового кода определяется в ходе предварительного программирования блоков памяти 93C06.

Таблица 13.1. Программирование двух блоков памяти

Биты регистров																
	F	E	D	C	B	A	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
00	Не используются				(2)		(1)	0	ID = 47h = 01000111							
0D	Биты 1–16 кода															
0F													Биты 17–20 кода			

Не используются: неиспользуемые биты, установленные на 0;

(1): выбор режима работы модуля MM57C200 (см. табл. 13.2);

(2): конфигурация работы выходов SL1–SL12 в режиме III (см. табл. 13.3).

Таблица 13.2. Выбор режима работы

Регистр 0D	
Бит 9	**Режим**
1	Кодирующее устройство в режиме III
0	Декодирующее устройство в режиме III

Таблица 13.3. Работа выходов SL1–SL8

Случай	Бит В	Бит А	Замечания
№ 1	0	0	После включения или возврата в исходное состояние выходы SL1–SL8 декодирующего устройства находятся в состоянии 0. При получении верного кода эти выходы переключаются в 1, если соответствующие входы кодирующего передатчика не используются. При отсутствии полученного кода все выходы вновь переходят в 0
№ 2	0	1	Режим работы выходов SL1–SL8 является противоположным случаю № 1. После включения или возврата в исходное состояние выходы SL1–SL8 декодирующего устройства находятся в состоянии 1. При получении верного кода эти выходы переключаются в 1, если соответствующие входы кодирующего передатчика подключены к корпусу. При отсутствии полученного кода все выходы вновь переходят в 1
№ 3	1	0	Этот случай подобен случаю № 1 за исключением того, что состояние выходов блокируется после каждого приема кода. Изменить состояние выходов можно только при помощи новой передачи
№ 4	1	1	Этот случай подобен случаю № 2 за исключением того, что состояние выходов блокируется после каждого приема кода. Изменить состояние выходов можно только при помощи новой передачи

Изготовление

На рис. 13.2 показан внешний вид устройства радиоуправления в сборе. Печатная плата, представленная на рис. 13.3, легко изготавливается любым доступным для вас способом.

После изготовления печатной платы не забудьте тщательно ее очистить. После установки компонентов в соответствии со сборочным чертежом, изображенным на рис. 13.4,

Рис. 13.2. Внешний вид устройства радиоуправления

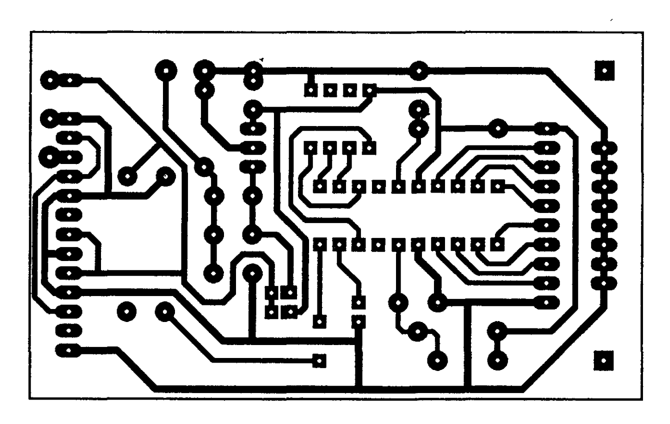


Рис. 13.3. Чертеж печатной платы

покройте печатную плату лаком. Интегральные схемы устанавливаются в контактные колодки. Такая установка удобна на первом этапе испытаний для программирования памяти. По вопросу выбора модуля ВЧ обратитесь к главе 1.

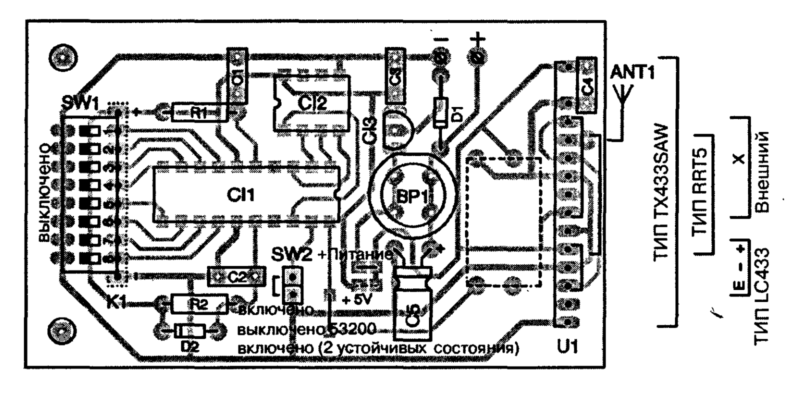


Рис. 13.4. Размещение компонентов

Перечень элементов

Резисторы:

- R1 – 3,3 кОм (оранжевый, оранжевый, красный);
- R2 – 100 кОм (коричневый, черный, желтый).

Конденсаторы:

- C1 – 100 пФ, группа по ТКЕ NPO;
- C2, C4 – 100 нФ;
- C3 – 220 нФ;
- C5 – 47 мкФ, 16 В.

Полупроводниковые приборы:

- D1 – диод 1N4001...07;
- D2 – диод 1N4148;
- CI1 – интегральная схема MM57C200 (Selectronic 21.1220);
- CI2 – микросхема памяти EEPROM 9306, 9346 и т.д.;
- CI3 – стабилизатор 78L05.

Прочие компоненты:

- U1 – передающий модуль УВЧ, AM типа TX433-SAW или RT5;
- ANT1 – антенна из отрезка провода λ/4;
- BP1 – нажимная кнопка круглой формы (SL21.8785);

- SW1 – микропереключатель с двухрядным расположением восьми контактов или десяти контактных штырей с перемычками;
- SW2 – одна перемычка + два контактных штыря на перемычке;
- K1 – восемь контактных штырей на перемычке;
- два круглых контактных штыря DM40 (SL21.9845).

Программирование блоков памяти кодирующего и декодирующего устройств

Единственная разница между блоком памяти передатчика и блоком памяти приемника заключается в бите 9 регистра 0D. Этот бит определяет режим работы модуля MM57C200 в качестве кодирующего или декодирующего устройства. Всего необходимо запрограммировать три регистра. Речь идет о регистре 0D, определяющем идентификацию памяти, и регистрах 0E и 0F, задающих 20 бит кода.

Тестирование

Для проведения тестирования данный блок радиоуправления должен использоваться вместе с приемником с 256 каналами или приемником с восемью одновременно работающими каналами. Для проверки вы можете задействовать, например, 20-битовый код шестнадцатеричного значения B5769h. Для этого значения блок памяти передатчика должен быть запрограммирован в соответствии с данными табл. 13.4. Естественно, можно использовать любой другой 20-битовый код, при этом регистры 0E и 0F должны быть соответственно изменены.

Таблица 13.4. Пример программирования памяти 9306

Регистр памяти	Шестнадцатеричное данное
0D	0A47h
0E	5769h
0F	000Bh

Глава 14

Восьмиканальный приемник блока радиоуправления

Это один из двух приемников, предназначенных для работы с блоком радиоуправления с 20 млн кодов. Восьмиканальный приемник служит для одновременного управления в локальном режиме восемью различными устройствами. Этот компактный приемник снабжен восемью выходами с открытым коллектором, способными управлять такими вспомогательными устройствами, как реле, световой индикатор, небольшой двигатель, логический интерфейс и т.д. Таким образом, этот приемник сможет найти применение в таких областях, как моделирование или робототехника.

Схема

Схема, изображенная на рис. 14.1, представляет собой подузел приемника с 256 каналами, к которому подключен выходной интерфейс из восьми транзисторов Дарлингтона с открытым коллектором, интегрированных в микросхему ULN2803. В этой схеме снова используется стабилизатор напряжения типа 78L05 или его аналог для обеспечения стабилизации напряжения питания интегральных схем и модуля ВЧ на уровне 5 В.

Аутентификация кода и определение логического состояния восьми выходов выполняется интегральной схемой MM57C200, которая в данном случае используется в качестве

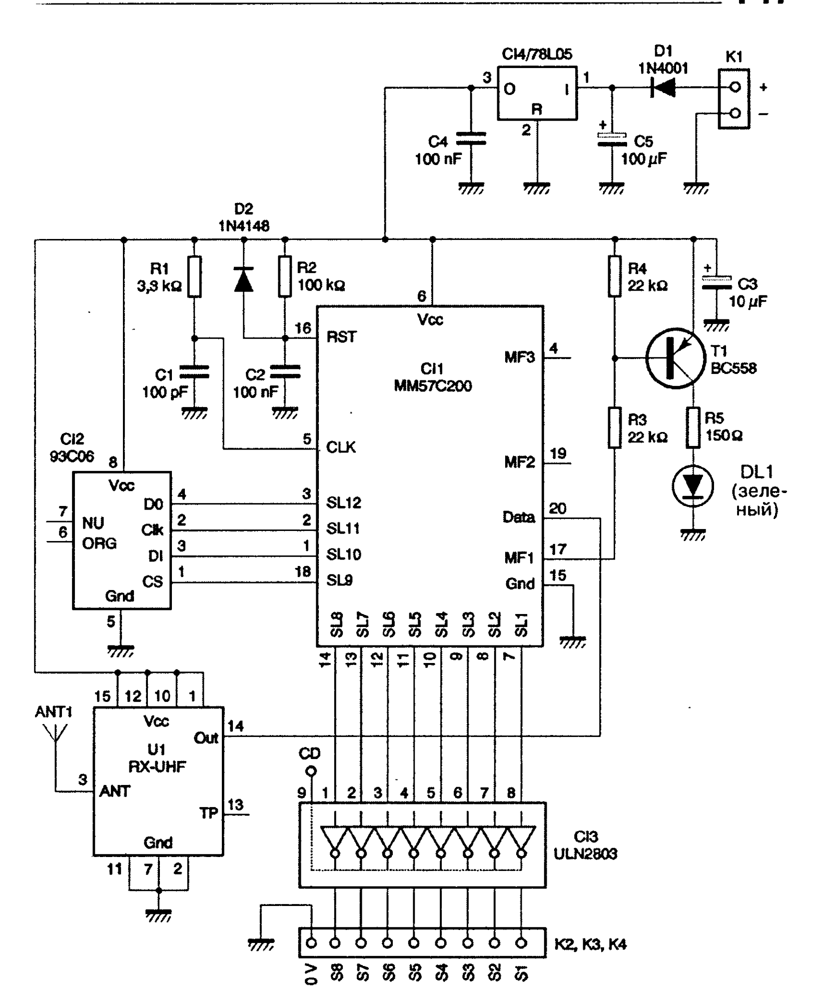


Рис. 14.1. Схема приемника

декодирующего устройства, работающего в режиме III. Общие пояснения касательно работы MM57C200 в режиме III приведены в приложении, посвященном этому модулю. Тем не менее, следует уточнить работу его выходов SL1–SL8. На практике режим работы выходов определяется при программировании двумя битами регистра 0D памяти EEPROM. Речь

идет о битах nA и nB, указанных в табл. 14.1. Для данного применения интерфейса из восьми одновременно управляемых каналов используется случай n1, при котором биты nA и nB установлены в 0. Напоминаем, что MM57C200 сконфигурирован в декодирующее устройство, работающее в режиме III, если биты n8 и n9 этого регистра находятся в состоянии 0. Таким образом, шестнадцатеричное значение регистра 0D представляет собой 0047h, где 47h определяет основную идентификацию памяти 93C06.

Таблица 14.1. Конфигурация выходов SL1–SL8

Случай	Бит В	Бит А	Замечания
№ 1	0	0	После включения или возврата в исходное состояние выходы SL1–SL8 декодирующего устройства находятся в состоянии 0. При получении верного кода эти выходы переключаются в 1, если соответствующие входы кодирующего передатчика не используются. При отсутствии полученного кода все выходы вновь переходят в 0
№ 2	0	1	Режим работы выходов SL1–SL8 является противоположным случаю № 1. После включения или возврата в исходное состояние выходы SL1–SL8 декодирующего устройства находятся в состоянии 1. При получении верного кода эти выходы переключаются в 1, если соответствующие входы кодирующего передатчика подключены к корпусу. При отсутствии полученного кода все выходы вновь переходят в 0
№ 3	1	0	Этот случай подобен случаю № 1 за исключением того, что состояние выходов блокируется после каждого приема кода. Изменить состояние выходов можно только при помощи новой передачи
№ 4	1	1	Этот случай подобен случаю № 2 за исключением того, что состояние выходов блокируется после каждого приема кода. Изменить состояние выходов можно только при помощи новой передачи

Интерфейс с открытым коллектором

Каждый из восьми выходов декодирующего устройства CI1 управляет транзистором Дарлингтона с открытым коллектором. Таким образом, внутри интегральной схемы CI3 находится восемь транзисторов. Цоколевка этой интегральной схемы показана на рис. 14.2. Каждый транзистор способен управлять нагрузкой, потребляющей до 500 мА при напряжении 50 В.

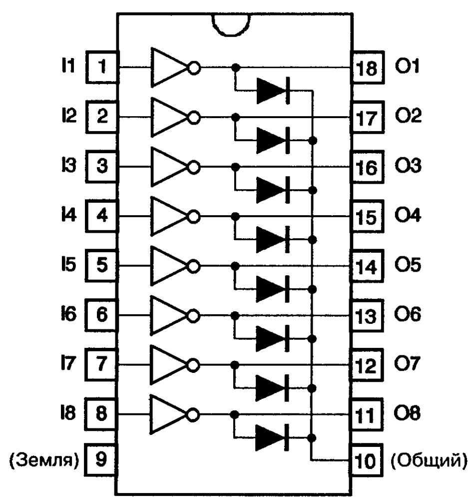


Рис. 14.2. Интегральная схема ULN2803

Основной принцип использования транзистора с открытым коллектором представлен на рис. 14.3. В приложении 7 вы найдете схемы типичных применений такого транзистора.

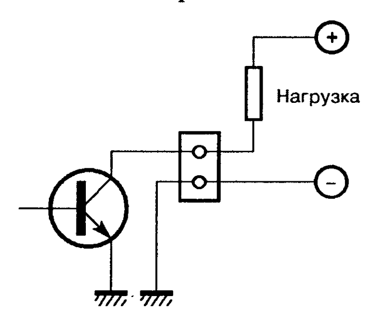


Рис. 14.3. Типичное применение транзистора с открытым коллектором

Изготовление

Внешний вид приемника показан на рис. 14.4. Печатная плата, изображенная на рис. 14.5, может быть повторена любым доступным для вас способом. После изготовления тщательно очистите плату перед сверлением в ней отверстий. После этого установите компоненты в соответствии со сборочным чертежом, представленным на рис. 14.6. Установку следует начинать с самых тонких компонентов: перемычек, резисторов. В конце следует установить наиболее громоздкие компоненты – клеммы и т.п.

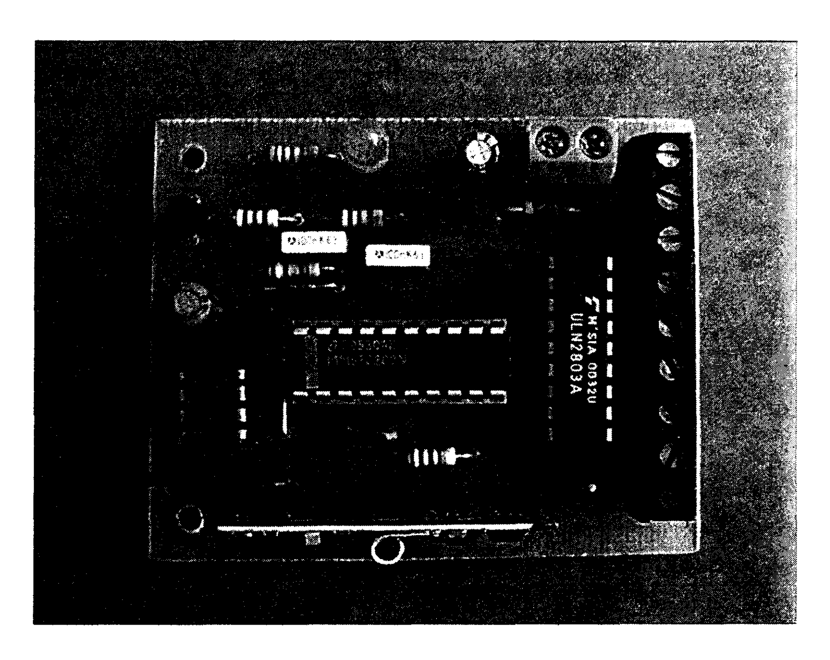


Рис. 14.4. Внешний вид приемника

Перечень элементов:

Резисторы:

- R1 – 3,3 кОм (оранжевый, оранжевый, красный);
- R2 – 100 кОм (коричневый, черный, желтый);

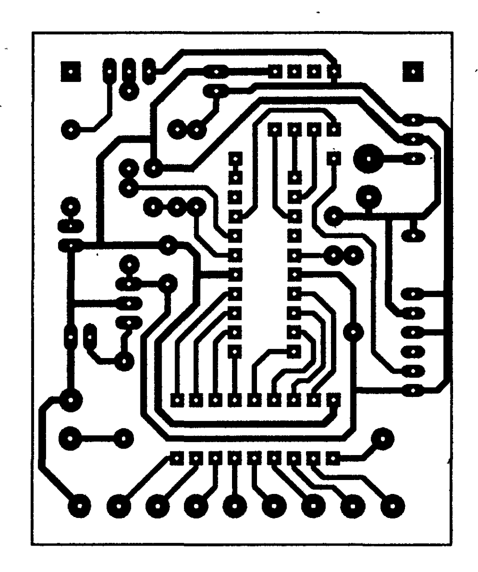


Рис. 14.5. Чертеж печатной платы

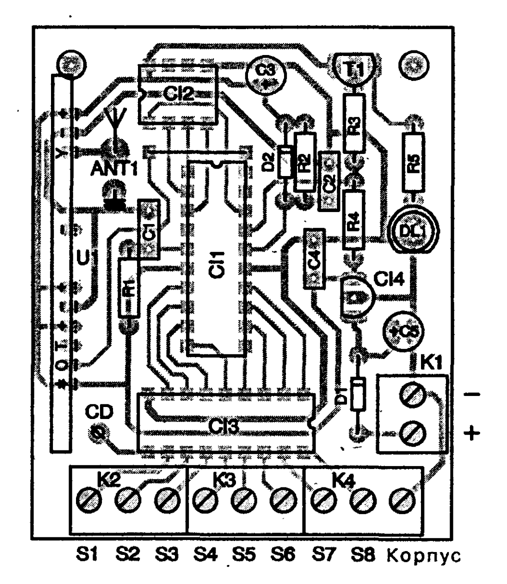


Рис. 14.6. Размещение компонентов

- R3, R4 – 22 кОм (красный, красный, оранжевый);
- R5 – 150 Ом или 180 Ом (коричневый, зеленый/серый, коричневый).

Конденсаторы:

- C1 – 100 пФ, группа по ТКЕ NPO;
- C2, C4 – 100 нФ;
- C3 – 10 мкФ, 50 В;
- C5 – 100 мкФ, 25 В.

Полупроводниковые приборы:

- D1 – диод 1N4001...07;
- D2 – диод 1N4148;
- DL1 – светодиод со свечением зеленого цвета;
- T1 – транзистор BC558, BC557, BC307 и т.д.;
- CI1 – интегральная схема MM57C200 (Selectronic 21.1220);
- CI2 – микросхема памяти EEPROM 93C06 или 93C46;
- CI3 – интегральная схема ULN2803;
- CI4 – стабилизатор 78L05, 78M05, 7805.

Прочие компоненты:

- U1 – приемник AM УВЧ, тип NB-01, RR6 или другой;
- ANT1 – антенна из отрезка провода длиной λ/4;
- K1 – клемма с двумя контактами, расположенными с шагом 5,08 мм;
- K2, K3, K4 – клемма с тремя контактами, расположенными с шагом 5,08 мм;
- одна перемычка.

Интегральные схемы устанавливаются на контактных колодках. Такой способ установки наиболее желателен, если вам придется изменять программирование кода в памяти EEPROM.

Напоминаем, что перед проведением первых испытаний память 93C06 приемника должна быть запрограммирована. Существуют различные программаторы, но вы можете воспользоваться программатором, предложенным автором в приложении 5. Этот небольшой экономичный программатор подключается к параллельному порту ПК (LPT1).

Программирование памяти

В табл. 14.2 указаны программируемые регистры. Например, 20-битовый код представляет собой 1011 0101 0111 0110 1001, или B5769h в шестнадцатеричном выражении. Таким образом, содержимое регистра 0E – это 0101 0111 0110 1001, или 5769h, а содержимое регистра 0F – 000Bh.

Таблица 14.2. Программирование памяти 93C06 приемника

	Регистр	Шестнадцатеричное данное
Идентификация и конфигурация	0D	0047h
Код из 20 бит	0E 0F	5769h 000Bh

Регистр 0D указывает, что модуль MM57C200 работает в режиме III декодирующего устройства, определенном битами n8 и n9, установленными в 0. Регистр 0D также свидетельствует, что восемь выходов SLx модуля MM57C200 реагируют на положительную логику без запирания, и биты nB и nA установлены в 0. В случае необходимости один из выходов переходит в логическое состояние высокого уровня на все время ведения радиопередачи.

Учитывая, что основная идентификация производится по числу 47h, общее выражение регистра будет представлять собой: 0000 0000 0100 0111, или 0047h.

Тестирование

В случае правильного программирования модулей памяти 9306, установленных в блоке радиоуправления и приемнике, нажатие кнопки должно сопровождаться свечением зеленого светодиода DL1.

После этого подключите небольшую лампу к каждому выходу в соответствии с принципом использования выхода с открытым коллектором (см. рис. 14.3). Для питания ламп необходимо использовать батарею напряжением 4,5 В. Вместо ламп вы можете также установить светодиоды, последовательно

подключив к ним резисторы для ограничения проходящего через них тока примерно до 20 мА. Для батареи напряжением 4,5 В резистор должен иметь сопротивление 150 Ом. Для батареи напряжением 12 В сопротивление резистора должно составлять 470 Ом.

Удерживая нажатой кнопку блока радиоуправления, измените положение микропереключателей. При этом должно происходить загорание ламп. Для индивидуального управления

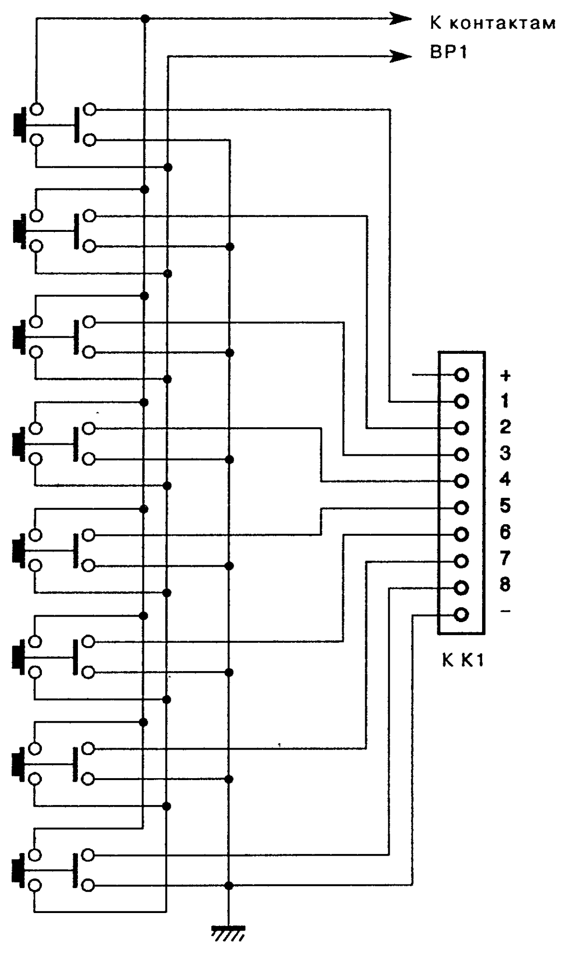


Рис. 14.7. Схема внешнего интерфейса управления с восемью клавишами

каждым каналом с помощью нажатия кнопки вы можете подключить небольшую клавиатуру из восьми клавиш в соответствии со схемой, изображенной на рис. 14.7. При этом используются нажимные кнопки с двойным контактом. Один из контактов следует подключить вместо микроконтакта переключателя SW1, а второй – параллельно кнопке, уже установленной на плате. Таким образом, питание блока радиоуправления будет включаться автоматически при нажатии одной из кнопок.

Если какой-либо выход должен использоваться для управления реле или двигателем постоянного тока, параллельно с нагрузкой следует подключить диод типа 1N4001. Его катод должен быть соединен с выходом, а анод – с положительным полюсом внешнего источника питания. Как показано на рис. 14.2, такое устройство интегрировано в схему ULN2803. В данном случае катоды защитных диодов должны подключаться к общей точке, обозначенной «CD» на сборочном чертеже, представленном на рис. 14.6 выше. Соответственно, все защитные диоды интегральной схемы CI3 смогут использоваться только при условии подключения внешнего источника питания ко всем выходам.

Глава 15

Приемник блока радиоуправления с 256 каналами

Приемник блока радиоуправления с 256 каналами – это один из двух приемников, предназначенных для работы с блоком радиоуправления с 20 млн кодов. Приемник блока радиоуправления служит для устройства, выбранного из 255. Он защищен 20-битовым кодом, то есть миллионом комбинаций. Микропереключатель с двухрядным расположением восьми контактов обеспечивает идентификацию одного конкретного устройства среди 256. В конечном счете адрес приемника определяется двоичным словом, задаваемым выходами SL1–SL8. Это двоичное слово сравнивается со словом, определенным переключателем. Если слова идентичны, происходит активация цепи управления реле либо в краткосрочном режиме в течение передачи, либо в режиме чередования с переключением при каждой новой передаче.

Схема

Схема, представленная на рис. 15.1, состоит из четырех основных элементов: приемника ВЧ, декодирующего устройства с восемью каналами, восьмибитового компаратора и цепи управления реле. В качестве приемника можно использовать любой модуль АМ, УВЧ. Со своего выхода 14 принимающий модуль подает логический сигнал на вход 20 модуля MM57C200, используемого в данном случае в качестве

восьмиканального декодера. В сочетании с памятью EEPROM (CI2) этот модуль работает в режиме III. Таким образом, декодер способен одновременно идентифицировать 20-битовый код, предварительно занесенный в память EEPROM, и подавать на свои выходы SL1–SL8 двоичное слово, сравниваемое с 20-битовым кодом в течение передачи.

В данном случае необходимо запрограммировать три регистра памяти EEPROM. Помимо 20-битового кода в них будет содержаться идентификация памяти, а также информация о конфигурации MM57C200: определение режима его работы и конфигурация выходов SL1–SL8. Для получения более подробной информации обратитесь к описанию блока радиоуправления с 256 каналами в главе 13.

Таким образом, в модуле MM57C200, обозначенном на схеме CI1, имеется девять выходов, так как к восьми выходам SL1–SL8 следует добавить обычный выход подтверждения передачи, который располагается на контакте 17 модуля. Этот выход условно обозначен VT (подтверждение передачи). Режим работы этих выходов может быть сконфигурирован.

Переключение выхода VT может иметь два устойчивых состояния или быть кратковременным и равняться продолжительности подтвержденной передачи. Выбор определяется перемычкой SW2 блока радиоуправления. Если перемычка установлена на плате передатчика, выход 17 декодера будет изменять свое логическое состояние при каждой новой подтвержденной передаче. Если перемычка отсутствует, выход модуля MM57C200 работает в режиме классического модуля MM53200 или UM3750, то есть остается в состоянии 0 в течение всего срока действия передачи.

Выходы SL1–SL8 могут работать в разных режимах. В данном случае поддерживается положительная логика, а логическое состояние выходов блокируется при каждом новом приеме. Такая конфигурация получается при программировании в состояние 1 бита nB и в состояние 0 бита nA регистра 0D памяти 9306. Таким образом, после окончания передачи двоичное слово присутствует на входах компаратора CI3. Этим можно воспользоваться для управления реле, работающим в режиме с двумя устойчивыми состояниями.

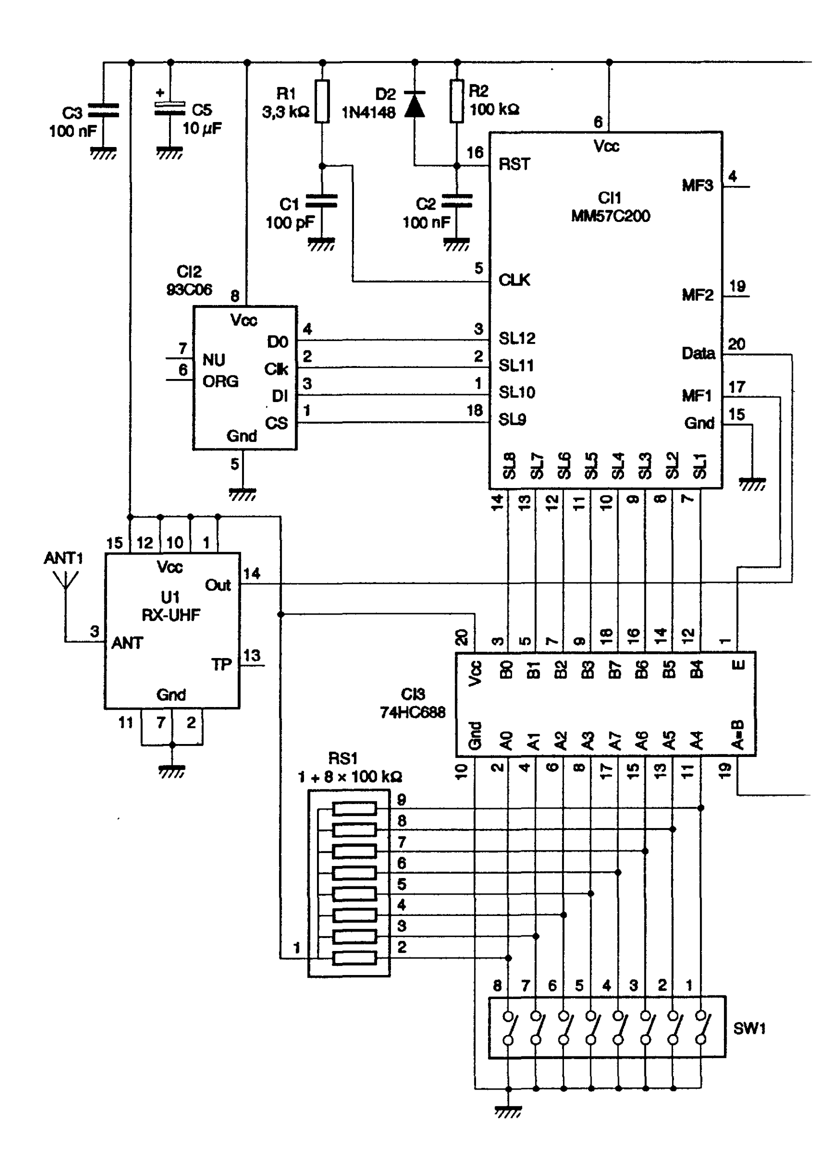


Рис. 15.1. Схема приемника

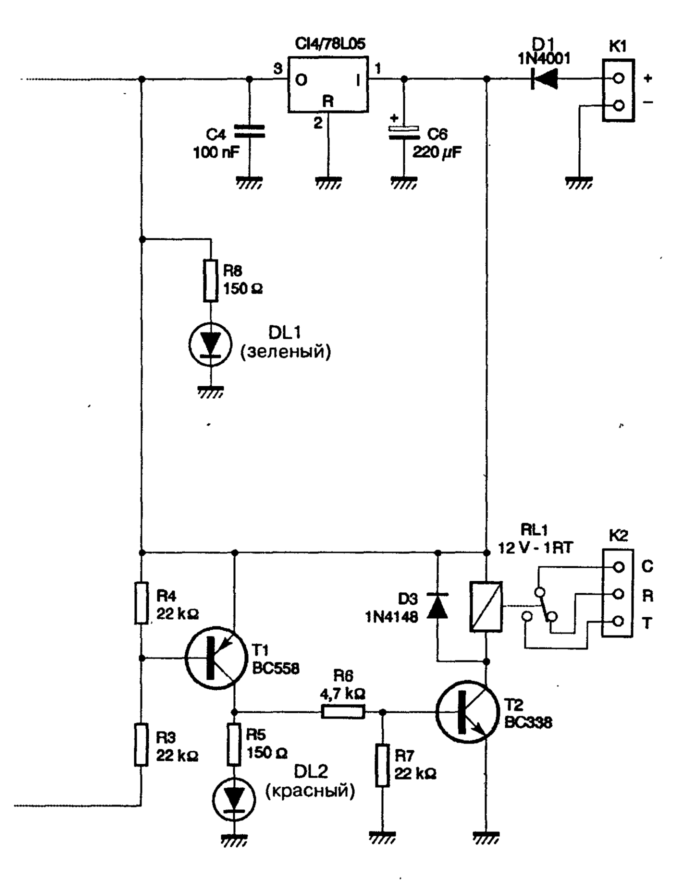


Рис. 15.1. Схема приемника *(окончание)*

Выбор одного из 256

Восьмибитовый компаратор используется для определения соответствия двоичного слова номеру приемника, установленному микропереключателем SW1. Этот компаратор представляет собой интегральную схему ТТЛ типа 74HC688, таблица истинности которой представлена в табл. 15.1.

Таблица 15.1. Таблица истинности интегральной схемы 74HC688

Цоколевка	Входы		Выход
	A, B	E	Y
	A = B	L	L
	A ≠ B	L	H
	X	H	H

74HC688

Ē	1	20	Vcc
A0	2	19	Y
B0	3	18	B7
A1	4	17	A7
B1	5	16	B6
A2	6	15	A6
B2	7	14	B5
A3	8	13	A5
B3	9	12	B4
Gnd	10	11	A4

В самом деле, необходимо выполнение двух условий, чтобы компаратор подтвердил сравнение и перевел свой выход Y – контакт 19 – в состояние низкого логического уровня (L). При этом вход подтверждения интегральной схемы должен находиться в состоянии низкого логического уровня, а все входы A_x или B_x – на одном логическом уровне.

В случае соответствия между переданным двоичным словом и конфигурацией переключателя выход 19 переходит в состояние низкого логического уровня и может оставаться в нем даже после окончания передачи, если блоком радиоуправления был выбран режим с двумя устойчивыми состояниями. После этого транзистор T1 становится проводящим, а ток базы, проходящий через резистор R3, – достаточно высоким для насыщения транзистора T1. При этом ток, проходящий через светодиод DL2, ограничивается только резистором R5. На транзистор T2 также поступает ток базы, приводящий к его насыщению. При этом происходит подача питания на

реле. Диод D3 защищает транзистор T2, препятствуя возникновению перенапряжений на клеммах обмотки реле.

Питание приемника

Питание логических схем обеспечивается стабилизатором напряжения CI4, который стабилизирует общее напряжение питания приемника и реле на уровне 5 В. В качестве источника напряжения можно использовать батарею или сетевой адаптер напряжением от 12 В до 24 В в зависимости от типа используемого реле.

Изготовление

Внешний вид приемника показан на рис. 15.2, а чертеж печатной платы представлен на рис. 15.3. Установку компонентов в соответствии с рис. 15.4 следует выполнять в обычном порядке, начиная с самых тонких компонентов: перемычек и резисторов, и заканчивая наиболее громоздкими компонентами – реле.

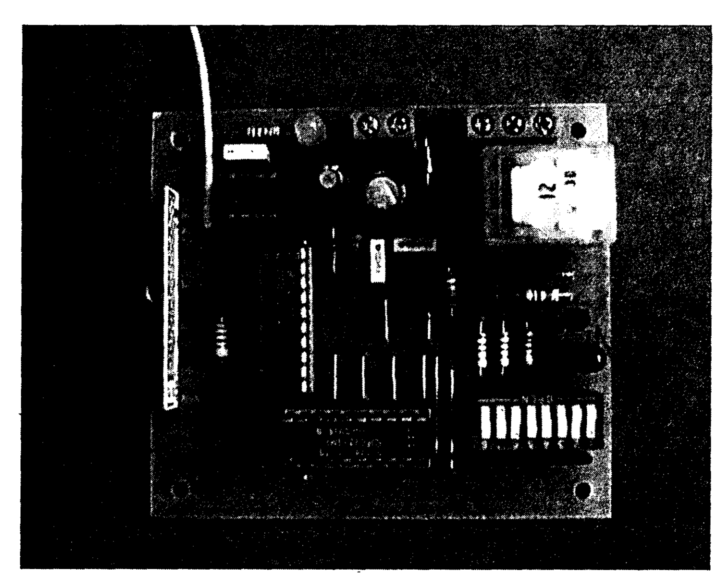


Рис. 15.2. Внешний вид приемника

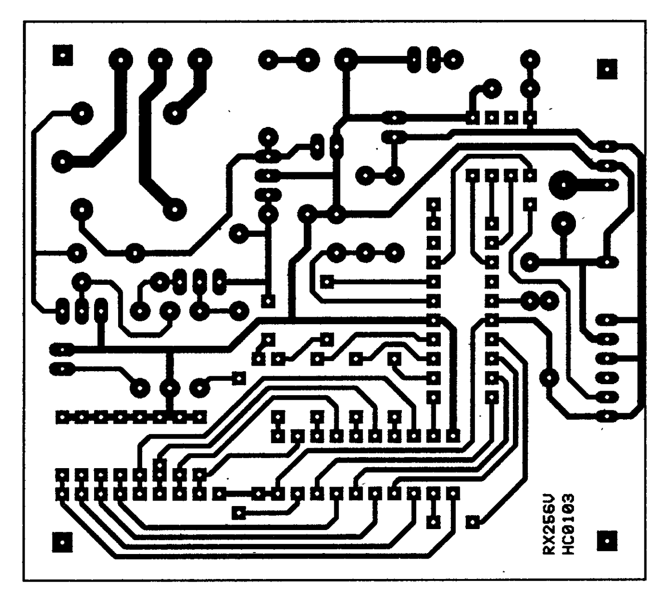


Рис. 15.3. Чертеж печатной платы

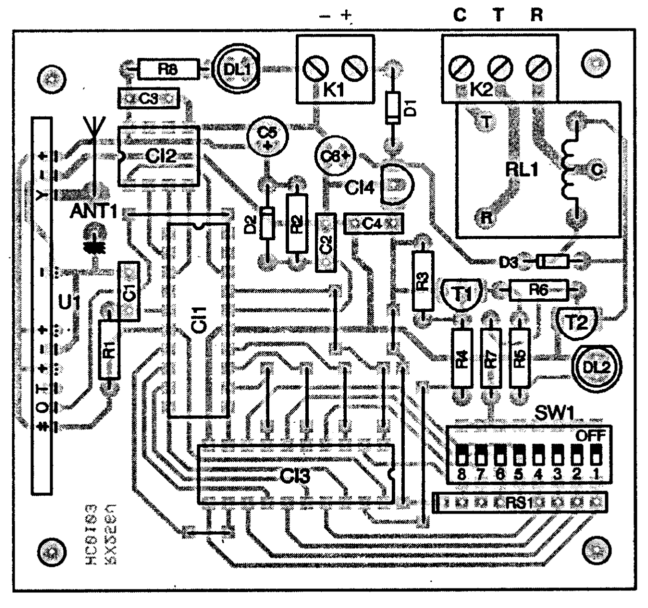


Рис. 15.4. Размещение компонентов

Интегральные схемы устанавливаются на контактных колодках. Такой способ установки наиболее желателен, если вам придется изменять программирование кода в памяти EEPROM.

Напоминаем, что перед проведением первых испытаний память 93C06 приемника должна быть запрограммирована. Существуют различные программаторы, но вы можете воспользоваться программатором, предложенным автором в приложении 5. Этот небольшой экономичный программатор подключается к параллельному порту ПК (LPT1).

Перечень элементов:

Резисторы:

- R1 – 3,3 кОм (оранжевый, оранжевый, красный);
- R2 – 100 кОм (коричневый, черный, желтый);
- R3, R4, R7 – 22 кОм (красный, красный, оранжевый);
- R5, R8 – 150 Ом или 180 Ом (коричневый, зеленый/серый, коричневый);
- R6 – 4,7 кОм (желтый, фиолетовый, красный);
- RS1 – Резисторная сборка с односторонним расположением контактов, 1 + 8 × 47 кОм или 100 кОм.

Конденсаторы:

- C1 – 100 пФ, группа по ТКЕ NPO;
- C2, C3,C4 – 100 нФ;
- C5 – 10 мкФ, 50 В;
- C6 – 220 мкФ, 25 В.

Полупроводниковые приборы:

- D1 – диод 1N4001...07;
- D2, D3 – диоды 1N4148;
- DL1 – светодиод со свечением зеленого цвета;
- DL2 – светодиод со свечением красного цвета;
- T1 – транзистор BC558, BC557, BC307 и т.д.;
- T2 – транзистор BC338, BC337;
- CI1 – интегральная схема MM57C200 (Selectronic 21.1220);
- CI2 – микросхема памяти EEPROM 93C06 или 93C46;

- CI3 – интегральная схема 74HC688;
- CI4 – стабилизатор 78L05.

Прочие компоненты:

- U1 – приемник АМ УВЧ, тип NB-01, RR6 или другой;
- ANT1 – антенна из отрезка провода длиной $\lambda/4$;
- SW1 – микропереключатель с двухсторонним расположением восьми контактов;
- RL1 – реле 12 В/1RT – 3А (SL-21.6714);
- K1 – клемма с двумя контактами, расположенными с шагом 5,08 мм;
- K2 – клемма с тремя контактами, расположенными с шагом 5,08 мм.

Программирование памяти

В табл. 15.2 указаны программируемые регистры. Например, 20-битовый код представляет собой 1011 0101 0111 0110 1001, или B5769h в шестнадцатеричном выражении. Таким образом, содержимое регистра 0E представляет собой 0101 0111 0110 1001, или 5769h, а содержимое регистра 0F – 000Bh.

Таблица 15.2. Программирование памяти 93C06 приемника

	Регистр	Шестнадцатеричное данное
Идентификация и конфигурация	0D	0847h
Код из 20 бит	0E 0F	5769h 000Bh

Регистр 0D указывает, что модуль MM57C200 работает в режиме III декодирующего устройства, определенном битами n8 и n9, установленными в 0. Регистр 0D также определяет конфигурацию восьми выходов SLx. Для этого используется положительная логика с запиранием. Такой выбор сконфигурирован установкой в 1 бита nB и в 0 бита nA.

Учитывая, что основная идентификация составляет 47h, общее выражение регистра будет представлять собой 0000 1000 0100 0111, или 0847h.

Тестирование

В качестве примера приемнику присвоен адрес 163, что соответствует одновременному программированию микропереключателя в приемнике и блоке радиоуправления, представленному на рис. 15.5.

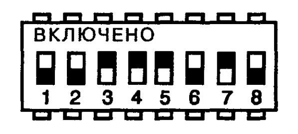


Рис. 15.5. Конфигурация микропереключателя для канала 163

Для первого испытания устройство работает в режиме MM53200 (мгновенная активация реле), который активируется при удалении перемычки SW2 с платы блока радиоуправления.

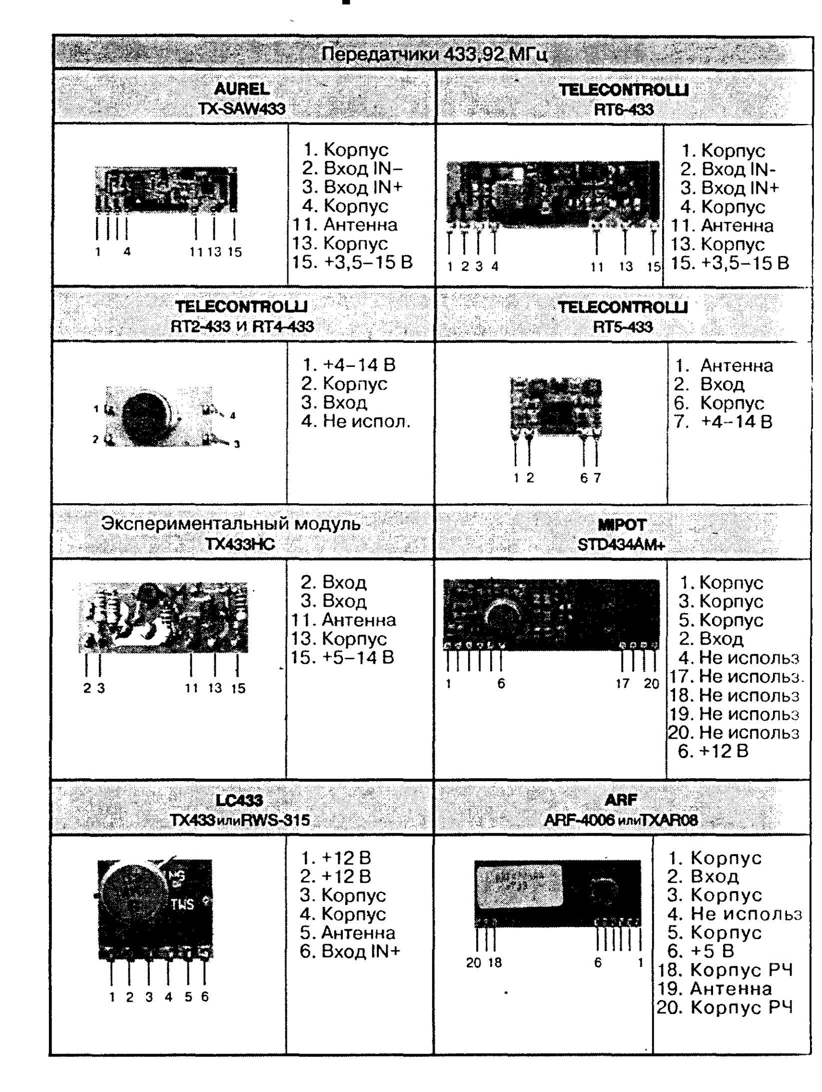
Таким образом, при нажатии кнопки блока радиоуправления происходит переключение реле и загорание светодиода DL1, указывающее на подачу питания на реле. При отпускании кнопки светодиод должен погаснуть, а реле – переключиться в состояние покоя.

Если удерживать кнопку нажатой и изменить положение одного из контактов микропереключателя приемника или передатчика, светодиод погаснет, а реле переключится.

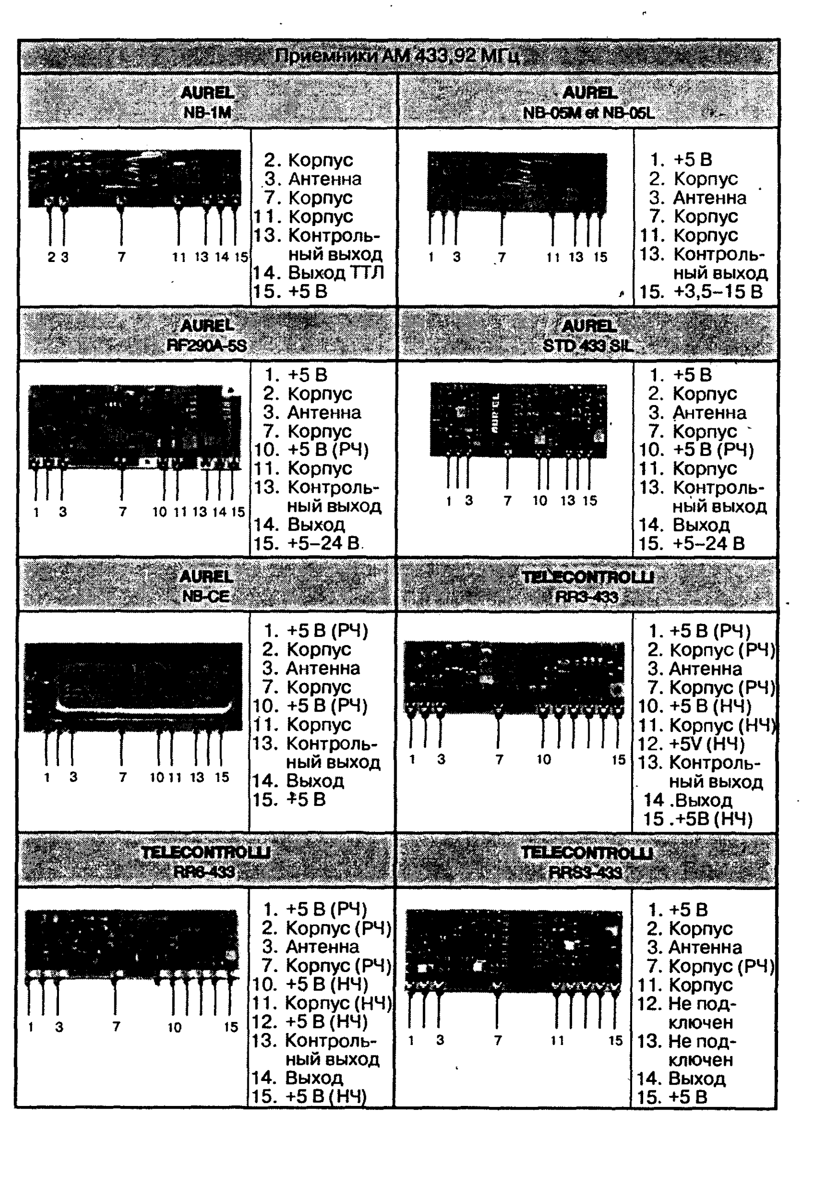
Второе испытание заключается в использовании приемника в режиме с двумя устойчивыми состояниями при установленной перемычке SW2 на плате блока радиоуправления. После этого при каждом нажатии кнопки должно происходить изменение состояния реле, сопровождающееся загоранием или выключением светодиода DL1.

Приложение 1

Сочетаемость модулей ВЧ и советы по их применению

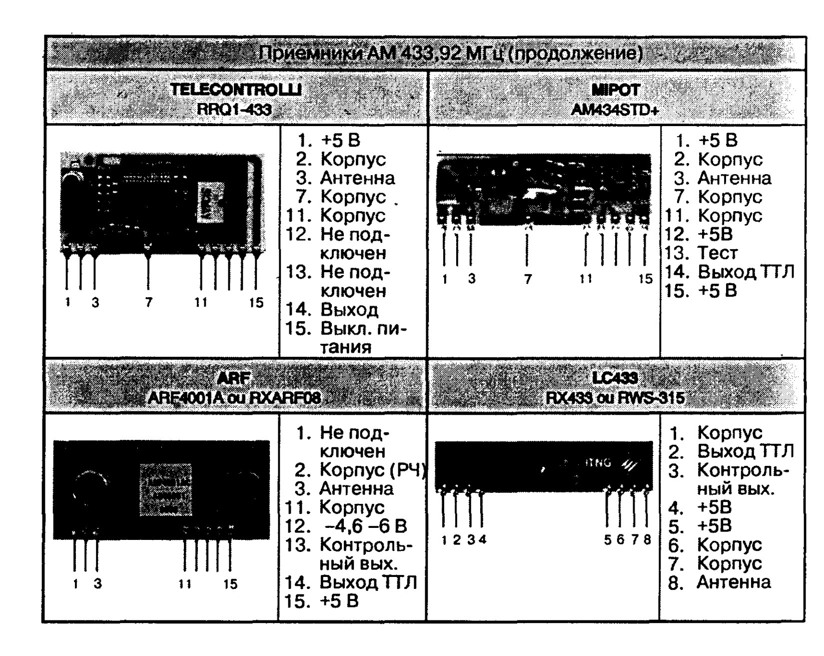


Передатчики 433,92 МГц			
AUREL **TX-SAW433**		**TELECONTROLLI** **RT6-433**	
1 4 11 13 15	1. Корпус 2. Вход IN– 3. Вход IN+ 4. Корпус 11. Антенна 13. Корпус 15. +3,5–15 В	1 2 3 4 11 13 15	1. Корпус 2. Вход IN- 3. Вход IN+ 4. Корпус 11. Антенна 13. Корпус 15. +3,5–15 В
TELECONTROLLI RT2-433 и RT4-433		**TELECONTROLLI** RT5-433	
1 4 2 3	1. +4–14 В 2. Корпус 3. Вход 4. Не испол.	1 2 6 7	1. Антенна 2. Вход 6. Корпус 7. +4–14 В
Экспериментальный модуль TX433HC		**MIPOT** STD434AM+	
2 3 11 13 15	2. Вход 3. Вход 11. Антенна 13. Корпус 15. +5–14 В	1 6 17 20	1. Корпус 3. Корпус 5. Корпус 2. Вход 4. Не использ 17. Не использ. 18. Не использ 19. Не использ 20. Не использ 6. +12 В
LC433 TX433 или RWS-315		**ARF** ARF-4006 или TXAR08	
1 2 3 4 5 6	1. +12 В 2. +12 В 3. Корпус 4. Корпус 5. Антенна 6. Вход IN+	20 18 6 1	1. Корпус 2. Вход 3. Корпус 4. Не использ 5. Корпус 6. +5 В 18. Корпус РЧ 19. Антенна 20. Корпус РЧ



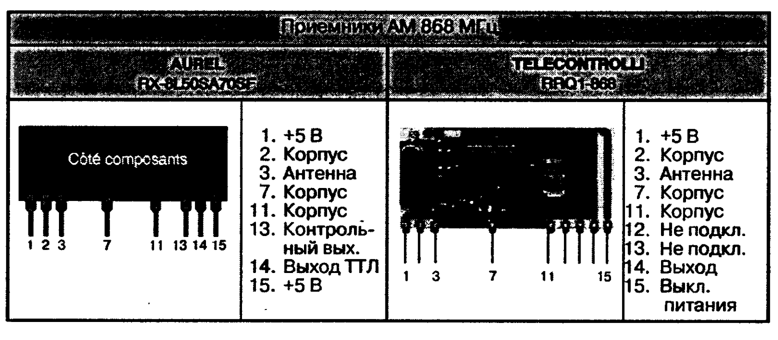
Приемники АМ 433,92 МГц

Модель	Выводы	Назначение выводов
AUREL NB-1M	2 3 7 11 13 14 15	2. Корпус 3. Антенна 7. Корпус 11. Корпус 13. Контрольный выход 14. Выход ТТЛ 15. +5 В
AUREL NB-05M et NB-05L	1 3 7 11 13 15	1. +5 В 2. Корпус 3. Антенна 7. Корпус 11. Корпус 13. Контрольный выход 15. +3,5–15 В
AUREL RF290A-5S	1 3 7 10 11 13 14 15	1. +5 В 2. Корпус 3. Антенна 7. Корпус 10. +5 В (РЧ) 11. Корпус 13. Контрольный выход 14. Выход 15. +5–24 В
AUREL STD 433 SIL	1 3 7 10 13 15	1. +5 В 2. Корпус 3. Антенна 7. Корпус 10. +5 В (РЧ) 11. Корпус 13. Контрольный выход 14. Выход 15. +5–24 В
AUREL NB-CE	1 3 7 10 11 13 15	1. +5 В (РЧ) 2. Корпус 3. Антенна 7. Корпус 10. +5 В (РЧ) 11. Корпус 13. Контрольный выход 14. Выход 15. +5 В
TELECONTROLLI RR3-433	1 3 7 10 15	1. +5 В (РЧ) 2. Корпус (РЧ) 3. Антенна 7. Корпус (РЧ) 10. +5 В (НЧ) 11. Корпус (НЧ) 12. +5V (НЧ) 13. Контрольный выход 14 .Выход 15 .+5В (НЧ)
TELECONTROLLI RR6-433	1 3 7 10 15	1. +5 В (РЧ) 2. Корпус (РЧ) 3. Антенна 7. Корпус (РЧ) 10. +5 В (НЧ) 11. Корпус (НЧ) 12. +5 В (НЧ) 13. Контрольный выход 14. Выход 15. +5 В (НЧ)
TELECONTROLLI RRS3-433	1 3 7 11 15	1. +5 В 2. Корпус 3. Антенна 7. Корпус (РЧ) 11. Корпус 12. Не подключен 13. Не подключен 14. Выход 15. +5 В



Приемники AM 433,92 МГц (продолжение)			
TELECONTROLLI RRQ1-433		MIPOT AM434STD+	
1 3 7 11 15	1. +5 В 2. Корпус 3. Антенна 7. Корпус 11. Корпус 12. Не подключен 13. Не подключен 14. Выход 15. Выкл. питания	1 3 7 11 15	1. +5 В 2. Корпус 3. Антенна 7. Корпус 11. Корпус 12. +5В 13. Тест 14. Выход ТТЛ 15. +5 В
ARF ARF4001A ou RXARF08		LC433 RX433 ou RWS-315	
1 3 11 15	1. Не подключен 2. Корпус (РЧ) 3. Антенна 11. Корпус 12. –4,6 –6 В 13. Контрольный вых. 14. Выход ТТЛ 15. +5 В	1 2 3 4 5 6 7 8	1. Корпус 2. Выход ТТЛ 3. Контрольный вых. 4. +5В 5. +5В 6. Корпус 7. Корпус 8. Антенна

Передатчики AM 868 МГц			
AUREL TX-8LAVSA05		AUREL TX-8LAVSA01IA	
Côté composants 1 2 4 11 13 15	1. Корпус 2. Вход 4. Корпус 11. Антенна 13. Корпус 15. 2,7–5 В	Côté composants 1 2 4 13 15	1. Корпус 2. Вход 4. Корпус 13. Корпус 15. 2,7–5 В
TELECONTROLLI RT8-868			
2 3 4 11 13 15	2. Вход 3. Вспомогательный 4. Корпус 11. Корпус 13. Антенна 15. 4,5–13 В		



Приемники AM 868 МГц			
AUREL RX-8L50SA70SF		TELECONTROLLI RRQ1-868	
Côté composants 1 2 3 7 11 13 14 15	1. +5 В 2. Корпус 3. Антенна 7. Корпус 11. Корпус 13. Контрольный вых. 14. Выход ТТЛ 15. +5 В	1 3 7 11 15	1. +5 В 2. Корпус 3. Антенна 7. Корпус 11. Корпус 12. Не подкл. 13. Не подкл. 14. Выход 15. Выкл. питания

Приложение 2

Экспериментальный передатчик TX433HC

TX433HC представляет собой экспериментальный передатчик AM, собранный из стандартных классических компонентов. Характеристики этого передатчика УВЧ близки к характеристикам модулей, предлагаемых на рынке, а его цоколевка сходна с цоколевкой знаменитого модуля Aurel TX-SAW433. Однако этот передатчик обладает бо́льшим током потребления, составляющим примерно 25 мА, и меньшим подавлением гармоник. Хотя использование передатчика допустимо в нескольких отдельных случаях, его основным назначением является применение в экспериментальных целях.

Схема

Данный экспериментальный модуль изготовлен на базе резонатора компании RFM в корпусе TO39 с обозначением RO2101.

Схема, изображенная на рис. П.2.1, представляет собой классическую схему использования микропередатчика УВЧ, несущая частота которого стабилизирована резонатором поверхностных волн.

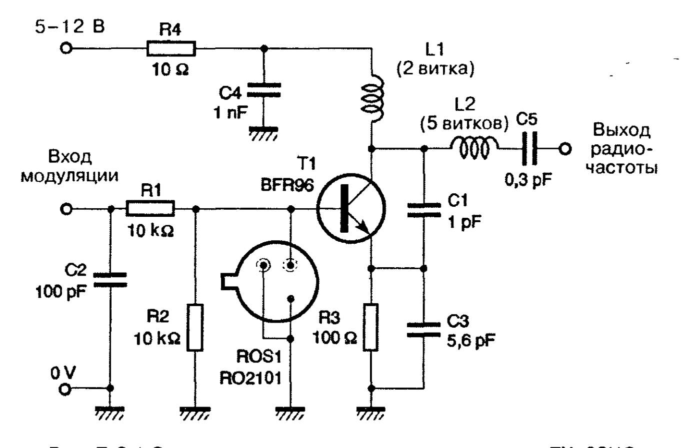


Рис. П.2.1 Схема экспериментального передатчика TX433HC

Резистор R1 обеспечивает подачу модуляции на генератор, выполненный на базе транзистора T1. Резонатор ROS1 выполняет роль развязки на базе транзистора T1 и устанавливает свою частоту резонанса. Транзистор T1 обеспечивает коэффициент усиления, необходимый для поддержания генерации. Его смещение определяется резисторами R1 и R2, а также резистором R3 в цепи эмиттера и резистором R4 в цепи коллектора. Цепь C2/R1 препятствует попаданию высокочастотного колебания в цепь модуляции.

Компоненты L1, L2, C1, C3 и C5 образуют колебательный контур, настроенный на частоту передачи резонатора ROS1. Отношение C1/C3 устанавливает коэффициент обратной связи, необходимый для поддержания генерации. Конденсатор C5 и катушка индуктивности L2 адаптируют антенну, подключенную к модулю, и частично ослабляют гармоники, производимые генератором. Стабильность работы генератора во многом определяется конденсатором C5. Малая емкость этого конденсатора препятствует влиянию антенны на поддержание генерации. Слишком большая емкость, даже порядка 1 пФ, может заблокировать работу генератора или сделать ее случайной и зависимой от влияния цепи корпуса.

Для оптимального функционирования модуля подходит батарея напряжением 9 В, но он может работать при напряжении от 3 В до 12 В. Даже при напряжении 3 В мощность передачи остается удивительно высокой. Цепь R4/C4 обеспечивает развязку высокой частоты и цепи питания.

Изготовление

Создание экспериментального передатчика требует предельного внимания. Внешний вид передатчика в сборе показан на рис. П.2.2. Печатную плату, представленную на рис. П.2.3, следует изготовить таким образом, чтобы все компоненты можно было установить и припаять со стороны медного покрытия в соответствии со сборочным чертежом, изображенным на рис. П.2.4. Перед установкой компонентов их выводы должны быть изогнуты и обрезаны до минимальной длины. Несколько лишних миллиметров могут повлиять на характеристики работы модуля.

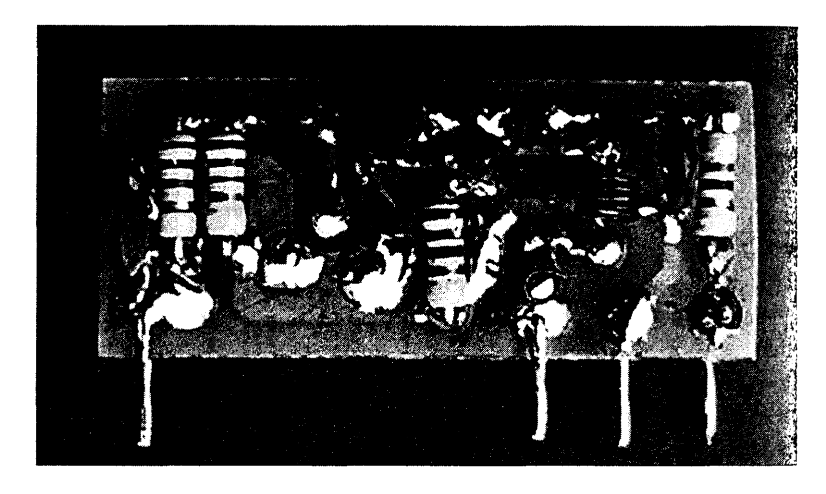


Рис. П.2.2. Внешний вид передатчика

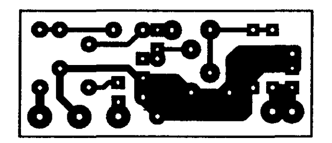


Рис. П.2.3. Чертеж печатной платы

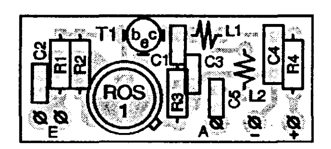


Рис. П.2.4. Размещение компонентов на плате

На рис. П2.5 показана цоколевка транзистора. Для сборки передатчика используйте резисторы с металлическим покрытием типа Philips SFR25. Для изготовления контактов модуля можно использовать имеющие достаточное сечение выводы таких компонентов, как выпрямительные диоды или мощные резисторы, а также изогнутые контактные штыри

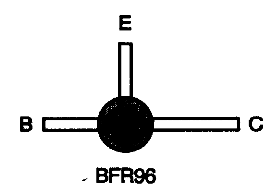


Рис. П.2.5. Цоколевка транзистора BFR96

Перечень элементов

Резисторы:

- R1, R2 – 10 кОм, Philips SFR25 (коричневый, черный, оранжевый);
- R3 – 100 Ом, Philips SFR25 (коричневый, черный, коричневый);
- R4 – 10 Ом (коричневый, черный, черный).

Конденсаторы:

- C1 – 1 пФ, группа по ТКЕ NPO, Philips;
- C2 – 100 пФ;
- C3 – 5,6 пФ, группа по ТКЕ NPO, Philips;
- C4 – 1 нФ, керамический;
- C5 – 0,3 пФ.

Прочие компоненты:

- L1 – катушка индуктивности диаметром 3 мм из двух витков провода;
- L2 – катушка индуктивности диаметром 3 мм из пяти витков провода;
- ROS1 – резонатор 433,92 МГц;
- RO2101 – Megamos Composants;
- T1 – транзистор BFR96;
- пять изогнутых контактных штырей.

Для обеспечения надежного соединения обрезанные выводы компонентов и контактные площадки печатной платы следует залудить. Только после этого можно устанавливать и припаивать компоненты. Две катушки индуктивности изготавливаются из эмалированного провода сечением 0,2–0,5 мм,

намотанного на конец сверла диаметром 3 мм. Провод сечением 0,5 мм обеспечит оптимальную механическую жесткость катушек и упростит манипуляции с ними.

Конденсатор C5 типа «поросячий хвостик» изготавливается путем намотки восьми витков из отрезка медного электропровода сечением 1,5 мм². Вначале отрезок медного провода следует припаять в вертикальном положении к одной из площадок, предназначенных для установки конденсатора C5. Второй контакт конденсатора будет соответствовать нижнему концу катушки из восьми витков. Верхний конец катушки остается свободным (увеличенное фото конденсатора C5 представлено на рис. П.2.6).

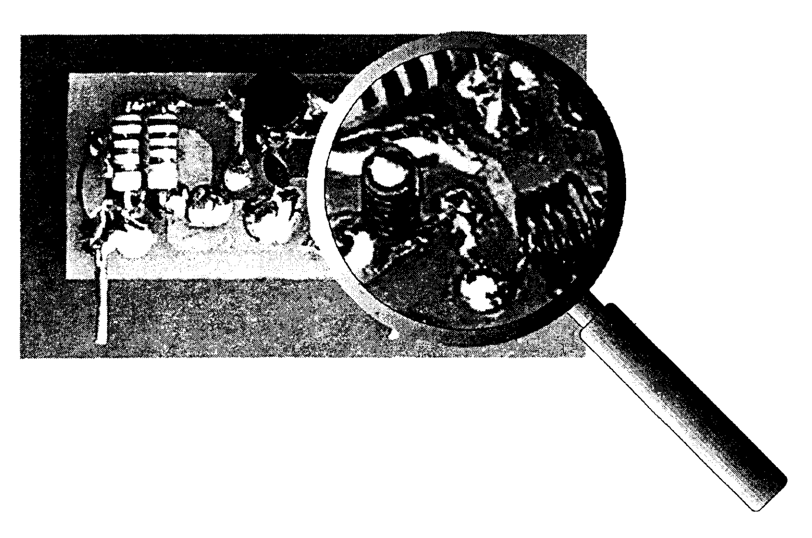


Рис. П.2.6. Внешний вид конденсатора C5

Тестирование

Для проведения первого испытания к антенному выходу модуля припаяйте провод длиной 16,5 см. После этого соедините вход модуляции с положительным полюсом питания и подключите батарею напряжением 9 В.

Используя измеритель напряженности поля, вы должны наблюдать отклонение, подобное отклонению, получаемому при работе стандартных модулей ВЧ.

В качестве эксперимента можно попытаться настроить частоту, максимально приблизив ее к частоте 433,92 МГц, увеличивая расстояние между витками катушки L1. Изменить мощность передачи и коэффициент гармоник вы можете, увеличивая расстояние между витками катушки L2. Учитывая паразитные емкости транзистора, конденсатор C1 можно исключить из схемы. К тому же, емкость конденсатора C3 указана приблизительно, так как она составляет от 3,3 до 15 пФ.

Для оптимизации работы модуля его следует заключить в экранирующий металлический корпус.

Будьте осторожны при обращении с транзистором BFR96, так как он является достаточно хрупким, а его рабочие характеристики и функционирование легко нарушить. К тому же, при пайке транзистора следует избегать его перегрева.

Приложение 3

Экспериментальный добавочный усилитель 433,92 МГц

Этот экспериментальный модуль представляет собой усилитель радиочастоты, специально разработанный для подключения к выходу радиочастоты стандартного передающего модуля, например модуля Aurel TX-SAW433.

Его коэффициент усиления дает уровень не менее 6 дБм, обеспечивающий выходную мощность, превышающую 100 мВт. Конечно, использование этого модуля запрещено действующим законодательством и должно носить экспериментальный или изолированный характер.

Схема

В данном модуле используется обыкновенный транзистор УВЧ, который служит для усиления радиочастоты (рис. П.3.1). Резистор R1 обеспечивает смещение транзистора. Это смещение базы, которая питается от коллектора транзистора, обеспечивает температурную стабилизацию усилителя. Резистор R2 представляет собой резистор статической нагрузки коллектора, которым определяется мощность сигнала, подаваемого на антенну. Ток потребления усилителя зависит от значения этого резистора. Значение 47 Ом обеспечивает хороший компромисс между генерируемой мощностью, током потребления и безопасностью работы.

Катушка индуктивности L1 служит для передачи тока покоя и препятствует попаданию радиочастотного сигнала в цепь питания. Конденсаторы C1 и C2 обеспечивают соответственно связь с выходом 10 мВт передающего модуля и передающей антенной мощностью 100 мВт.

Учитывая высокий ток потребления этого усилителя, его работа не должна быть непрерывной. Для этой цели предусмотрен вход включения усилителя. При подключении к корпусу входа включения происходит насыщение транзистора

Рис. П.3.1. Схема экспериментального усилителя мощностью 100 мВт

Т2, а его цепь эмиттер-коллектор выполняет функцию замкнутого ключа. Конденсаторы С3 и С4 обеспечивают развязку цепей питания.

Изготовление

Внешний вид добавочного усилителя в сборе показан на рис. П3.2. Для изготовления печатной платы в соответствии с рис. П3.3 следует использовать лист эпоксидного пластика. Размещение компонентов, представленное на рис. П3.4, является простейшим. На рис. П3.5 изображена цоколевка транзистора BFR96. При припайке транзистора следует избегать его перегрева. Используйте паяльник малой мощности и соблюдайте временную выдержку между пайкой выводов транзистора. Для охлаждения компонентов также можно применять охлаждающий аэрозоль.

Перечень элементов

Резисторы:

- R1 – 10 кОм (коричневый, черный, оранжевый);
- R2 – 47 Ом (желтый, фиолетовый, черный);
- R3 – 3,3 кОм (оранжевый, оранжевый, красный);
- R4 – 47 кОм (желтый, фиолетовый, оранжевый).

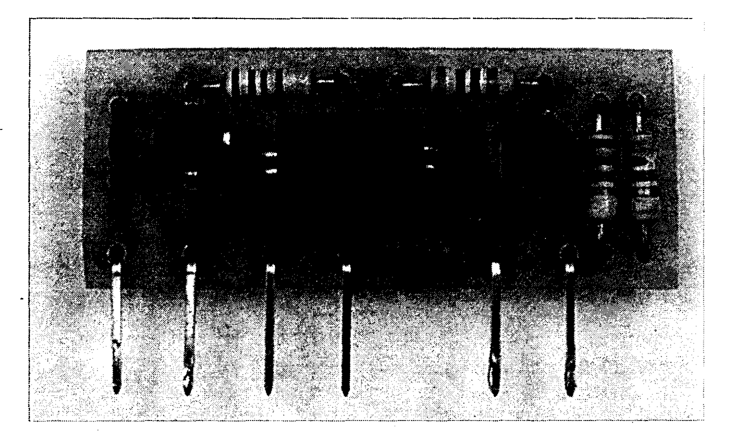


Рис. П.3.2. Внешний вид усилителя

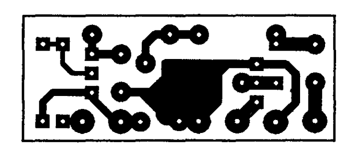


Рис. П.3.3. Чертеж печатной платы

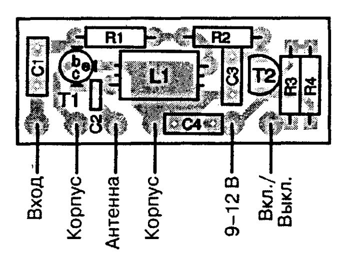


Рис. П.3.4. Размещение компонентов

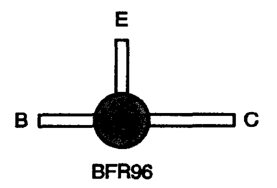


Рис. П.3.5. Цоколевка транзистора BFR96

Катушка индуктивности:

- L1 – катушка индуктивности типа VK200.

Конденсаторы:

- C1 – 100 пФ с расстоянием между выводами 5,08 мм;
- C2 – 100 пФ с расстоянием между выводами 2,54 мм;
- C3, C4 – 100 нФ, керамический.

Полупроводниковые приборы:

- T1 – транзистор BFR96;
- T2 – транзистор BC327, BC328.

Прочие компоненты:

- шесть изогнутых контактных штырей на перемычке.

Приложение 4

Блок радиоуправления УВЧ с кодирующим устройством UM4750 или UM86409

Этот блок радиоуправления может быть оснащен кодирующим устройством UM3750 или его знаменитым предшественником MM53200. Простой и экономичный блок способен управлять на расстоянии множеством устройств, например радиоуправляемой камерой, представленной в главе 3.

Плата была разработана с учетом сочетаемости с большинством передающих модулей AM. Она устанавливается в экономичном, но элегантном и удобном корпусе блока радиоуправления, где предусмотрен отсек для установки стандартной батареи напряжением 9 В.

Схема

На рис. П.4.1 изображена принципиальная схема блока радиоуправления. Кодировка управляющего сигнала выполняется классическим модулем UM3750, частота генерирования бит кода определяется цепью R1/C1. Эта частота сочетается с полосой пропускания большинства радиопередающих модулей. К тому же, печатная плата данного блока радиоуправления предназначена для установки различных моделей передатчиков AM марок Aurel, Telecontrolli, LC433 и т.д. Включение радиопередающего модуля U1 происходит при появлении положительных логических импульсов на выходе 17 интегральной схемы CI1.

Нажимная кнопка BP1 кратковременного действия включает блок радиоуправления, замыкая его цепь питания. Конденсатор C2 обеспечивает развязку цепи питания и кодирующего устройства CI1. Конденсатор C3 играет роль накопителя энергии и уменьшает нагрузку на батарею при каждой активации нажимной кнопки. Диод D1 защищает плату от инверсной полярности подключения батареи.

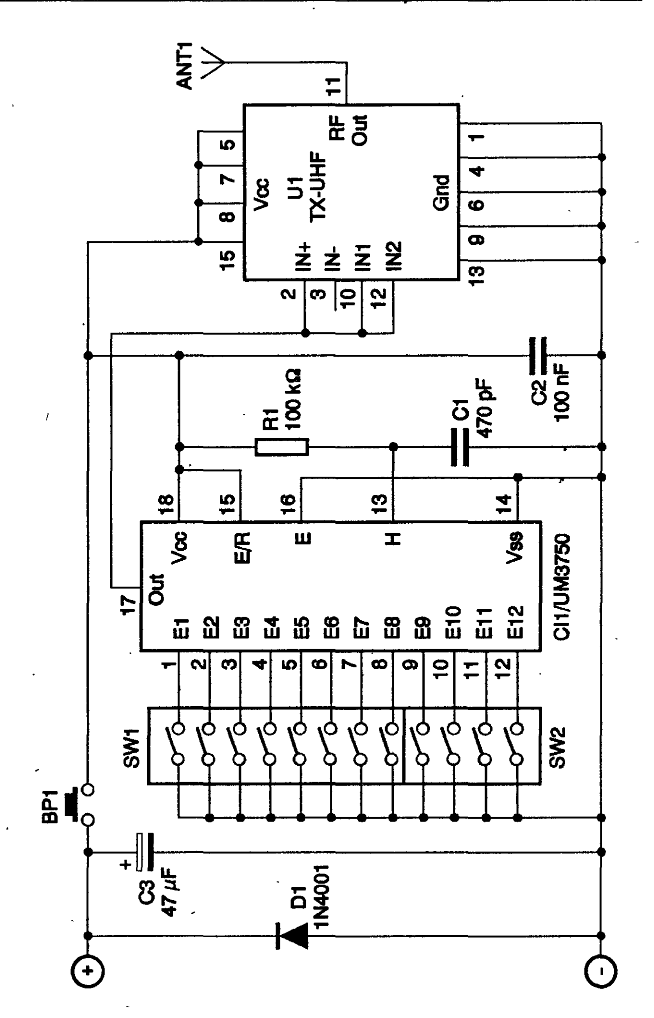


Рис. П.4.1. Схема блока радиоуправления

Изготовление

На рис. П.4.2 показан внешний вид блока радиоуправления. На рис. П.4.3 представлен достаточно простой чертеж печатной платы, в котором предусмотрена значительная площадь подключения к корпусу, предназначенная для возможного

подключения металлического корпуса блока радиоуправления к цепи корпуса при помощи винтов крепления платы. На сборочном чертеже, изображенном на рис. П.4.4, показано положение различных радиопередающих модулей АМ. Для модуля марки LC433 крестиком отмечен контакт, который следует отрезать перед установкой модуля на плате.

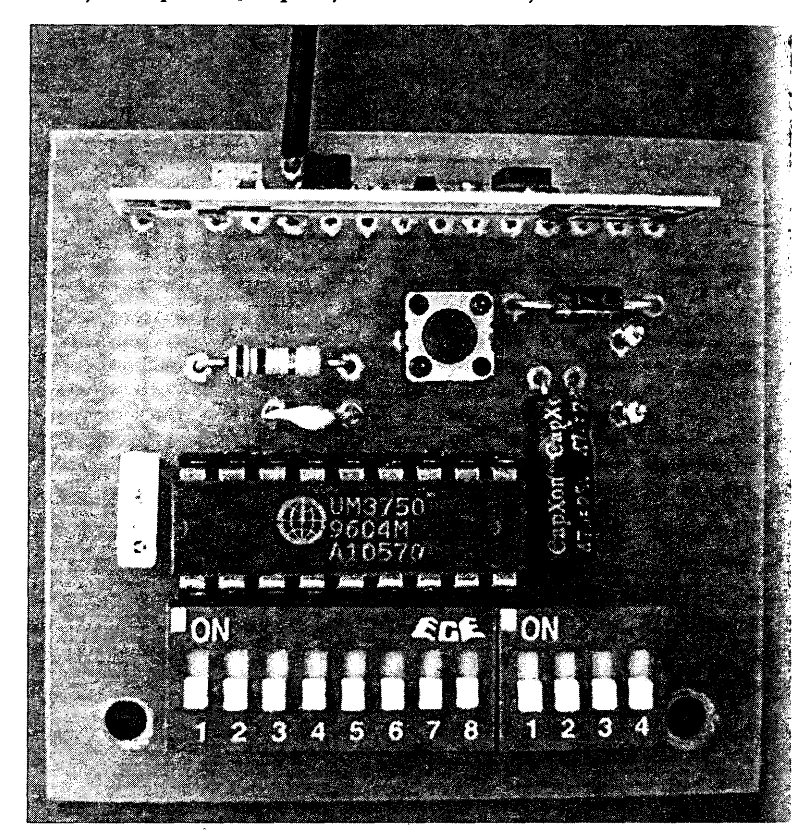


Рис. П.4.2. Внешний вид блока радиоуправления

Если антенна изготовлена из жесткого электрического кабеля длиной $\lambda/4$, она припаивается непосредственно к печатной плате. В данном случае наиболее экономичным и удобным корпусом для блока радиоуправления будет корпус типа MEGA-3 или MEGA-4/BK1.

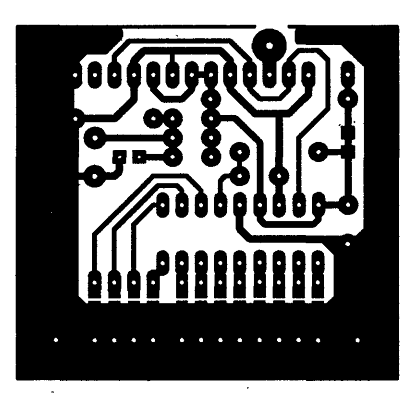


Рис. П.4.3. Чертеж печатной платы

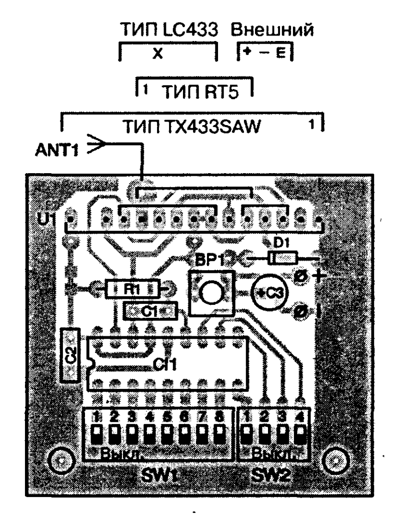


Рис. П.4.4. Размещение компонентов

Напротив, антенну направленного действия, предлагаемую в продаже, следует закрепить на верхней поверхности металлического корпуса, который в этом случае сможет служить противовесом и увеличить дальность действия антенны. При такой компоновке плата должна крепиться к противоположной стороне стенки корпуса, чтобы сократить

длину провода, соединяющего антенну и печатную плату (см. главу 1). Цепь корпуса подключается к корпусу блока при помощи винтов крепления платы.

Дальность действия блока также можно улучшить, увеличив напряжение питания модуля ВЧ, например, при использовании батареи 12 В. В этом случае последовательно с цепью питания интегральной схемы CI1 следует установить два диода типа 1N4148 или один светодиод, так как напряжение питания данной интегральной схемы не может превышать 11 В. Для последовательного подключения светодиода или двух диодов на плате предусмотрены две квадратные контактные площадки, при этом две круглые площадки должны быть соединены перемычкой. На следующем этапе при помощи резака необходимо разъединить первоначальную цепь питания между нажимной кнопкой и интегральной схемой CI1, а также между двумя квадратными площадками.

Перечень элементов

Резисторы:

- R1 – резистор 100 кОм (коричневый, черный, желтый).

Конденсаторы:

- C1 – конденсатор 470 пФ ± 5%, группа по ТКЕ NPO;
- C2 – конденсатор 100 нФ;
- C3 – конденсатор 47 мкФ, 16 В.

Прочие компоненты:

- D1 – диод 1N4001...07;
- CI1 – интегральная схема UM3750, UM86409, MM532000;
- U1 – передающий модуль AM УВЧ типа RT5, Aurel TX-SAW433 и т.д.;
- ANT1 – антенна $\lambda/4$;
- BP1 – нажимная кнопка;
- SW1 – микропереключатель с двухрядным расположением восьми контактов;
- SW2 – микропереключатель с двухрядным расположением четырех контактов;

- два контактных штыря;
- один корпус MEGA-3 (Megamos Composants).

Проверка

Естественно, конфигурация микропереключателей блока радиоуправления должна соответствовать конфигурации переключателей, установленных в радиоуправляемом устройстве. Кодировка может определяться либо при помощи микропереключателей, устанавливаемых на плате, либо при помощи перемычек, припаиваемых со стороны медного покрытия в местах установки микропереключателей.

Приложение 5

Программатор электронно-перепрограммируемой постоянной памяти EEPROM

Несмотря на свою простоту, этот небольшой программатор электронно-перепрограммируемой постоянной памяти EEPROM типа 93C06 или 93C46 является достаточно эффективным. К тому же, он очень экономичен и прост в изготовлении. Программатор подключается к параллельному порту LPT1 ПК. Сопутствующую ему программу, работающую под DOS, вы найдете на сайте автора книги: http://hcadinot.free.fr.

Схема

Четыре линии связи параллельного порта используются для общения с памятью, основные характеристики которой указаны в табл. П.5.1. Каждая из этих линий соединена с буферным инвертором, обеспечивающим восстановление сигналов. Эти инверторы находятся внутри интегральной схемы ТТЛ, изготовленной с применением технологии домашнего коммуникационного терминала (Home Communications Terminal, HCT) – рис. П.5.1. Резисторы R7–R9 обеспечивают некоторую защиту параллельного порта. Если выключается питание программатора или программа не используется, резистор R10 снижает потенциал линии ПОДТВЕРЖДЕНИЕ – контакт 10 параллельного порта – при подключении к ней компенсирующего резистора.

Для питания интегральной схемы CI1 и программируемой памяти используется напряжение 5 В, регулируемое стабилизатором напряжения CI2 типа 78L05. Этот стабилизатор обладает функцией ограничения тока, которая защищает память от повреждения в случае ее неправильной установки в контактную колодку. Диод D1 предохраняет схему от инверсии полярности источника питания, в качестве которого

Таблица П.5.1. Технические характеристики некоторых микросхем памяти EEPROM

	EEPROM (Электронно-перепрограммируемая постоянная память) 1 млн циклов запись-стирание		
Цоколевка	**9306, 93C06b**	**9346, 93C46**	**9347, 93C47**
S 1 — 8 Vcc C 2 — 7 DU D 3 — 6 ORG Q 4 — 5 Vss	256 бит организация: 16×16 или 8×32. Напряжение питания Vcc = 5B	1024 бит организация: 64×16 или 128×8. Напряжение питания Vcc = 5B	1024 бит организация: 64×16 или 128×8. Напряжение питания Vcc = 3–5 В

S: вход выбора памяти.

Vcc: напряжение питания.

C: синхронизатор.

DU: не используется.

D: вход последовательных данных.

ORG: побитовая (ORG = 0) или пословная организация (ORG = 1 или обрыв цепи).

Q: последовательный выход данных.

Vss: корпус.

может использоваться сетевой адаптер или батарея напряжением 9 В. При включении питания платы происходит загорание светодиода со свечением красного цвета. Ток смещения светодиода ограничен величиной порядка 20 мА резистором R1.

Рис. П.5.1. Схема программатора

Включение питания памяти выполняется программно. В самом деле, при запуске программы линия связи DATA 5, контакт 6 разъема K1 (разъем типа DB25 параллельного порта), переводится в состояние высокого логического уровня. При этом транзистор T1 становится проводящим, что приводит к насыщению транзистора T2, используемого в качестве переключателя. На память и интегральную схему CI1 поступает стабилизированное напряжение. При выходе из программы линия связи DATA 5 возвращается в состояние низкого логического уровня, а транзистор T1 теряет свою проводимость. Транзистор T2 запирается. В этом состоянии он выполняет функцию разомкнутого ключа, и питание интегральных схем прекращается.

Изготовление

Чертеж печатной платы, представленный на рис. П.5.2, может быть повторен любым доступным способом. После изготовления не забудьте тщательно очистить печатную плату. Завершив установку компонентов в соответствии с рис. П.5.3, печатную плату следует покрыть лаком.

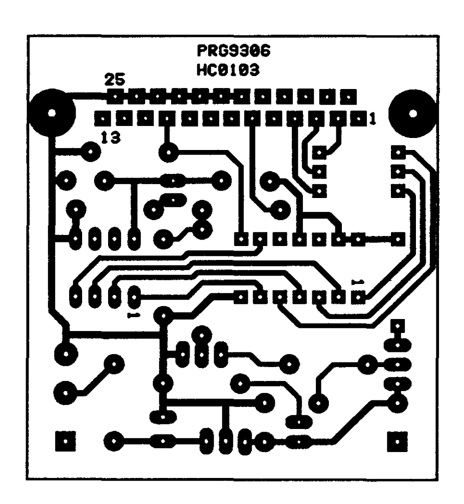


Рис. П.5.2. Чертеж печатной платы

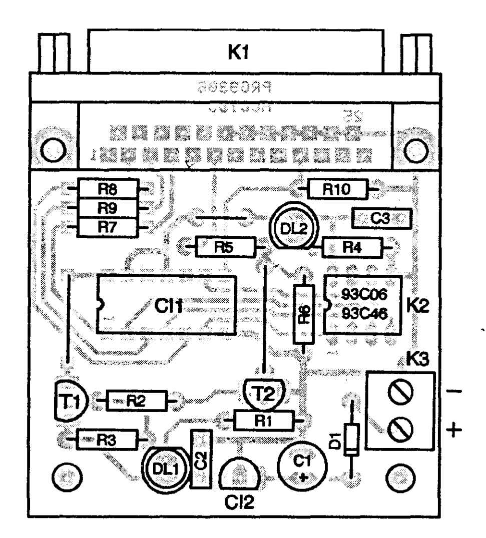


Рис. П.5.3. Размещение компонентов

Перечень элементов

Резисторы:

- R1, R4 – 180 Ом (коричневый, серый, коричневый);
- R2, R3 – 10 кОм (коричневый, черный, оранжевый);
- R5 – 47 кОм (желтый, фиолетовый, оранжевый);
- R6 – 22 кОм (красный, красный, оранжевый);
- R7, R8, R9 – 1 кОм (коричневый, черный, красный);
- R10 – 470 Ом (желтый, фиолетовый, коричневый).

Конденсаторы:

- C1 – 100 мкФ, 25 В;
- C2 – 100 нФ;
- C3 – 22 нФ.

Полупроводниковые приборы:

- D1 – диод 1N4001...07;
- DL1 – светодиод со свечением красного цвета диаметром 5 мм;
- DL2 – светодиод со свечением зеленого цвета диаметром 5 мм;

- T1 – транзистор BC548, BC547;
- T2 – транзистор BC558, BC557;
- CI1 – интегральная схема 74HCT04;
- CI2 – стабилизатор78L05.

Прочие компоненты:

- K1 – розеточный разъем DB25;
- K2 – колодка контактная для корпуса с двухрядным расположением восьми контактов;
- K3 – клемма с двумя контактами;
- одна контактная колодка для корпуса с двухрядным расположением четырнадцати контактов;
- три перемычки.

Тестирование платы

При включении питания платы должно произойти загорание красного светодиода, сигнализирующего о нормальной работе стабилизатора напряжения 5 В. Отметим, что свечение светодиода должно быть достаточно ярким. Слабая яркость свечения свидетельствует о недостаточной мощности источника напряжения, подключенного к разъему K3. Напоминаем, что для эффективной работы стабилизатора напряжения типа 78L05 или 7805 необходимо, чтобы напряжение на входе стабилизатора превышало напряжение на его выходе на 3 В. В нашем случае, учитывая наличие диода D1, последовательно подключенного к стабилизатору, минимальное напряжение источника питания должно составлять примерно 9 В.

Второе испытание заключается в проверке загорания зеленого светодиода при запуске программы prg9306.exe и его выключения при выходе из программы.

Приложение 6

Кодек MM57C200

Интегральная схема MM57C200 представляет собой кодирующее и декодирующее устройство, работающее в трех режимах. Кодировка схемы сочетается со знаменитыми кодирующими устройствами MM53200 и UM3750. Как и ее предшественник MM53200, эта новая интегральная схема может быть сконфигурирована для работы в режиме кодирующего или декодирующего устройства и требует небольшого количества внешних компонентов. Цоколевка этой интегральной схемы в корпусе с двухрядным расположением 20 контактов изображена на рис. П.6.1.

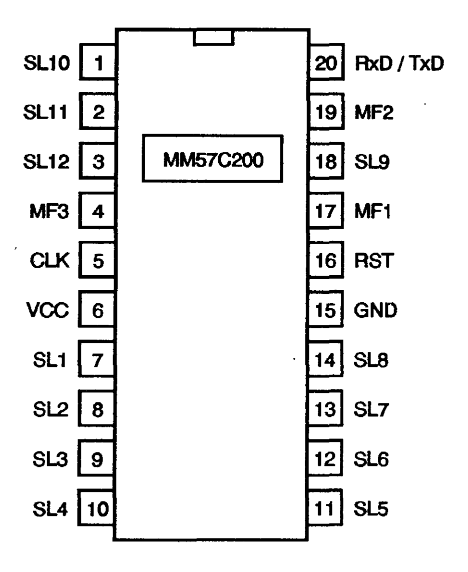


Рис. П.6.1. Цоколевка интегральной схемы MM57C200

Кодек MM57C200 способен работать в трех следующих режимах:

- режим I – эквивалентный работе кодирующих устройств MM53200/UM3750;
- режим II – приемник дистанционного управления может быть запрограммирован дистанционно. В нем отсутствуют микропереключатели, но присутствует память EEPROM, предназначенная для запоминания кода. Однако сочетаемость с MM53200 сохранена;
- режим III – кодирующее и декодирующее устройства соединены с памятью EEPROM, что позволяет использовать 20-битовый код или 1 млн кодов. Помимо традиционного выхода MM57C200 можно управлять восемью выходами, соответствующими линиям конфигурации кода режима I.

Итак, основными характеристиками MM57C200 являются:
- простой резистивно-емкостной генератор с допусками 1% для резистора и 5% для конденсатора;
- наличие 1 млн кодов;
- три рабочих режима;
- функция «серии импульсов» для работы в инфракрасных системах дистанционного управления;
- технология комплементарных структур металл-окисел-полупроводник М²КМОП;
- программируемая полярность выходов в режиме III;
- задержка в случае кратковременного обрыва кода;
- наличие восьми выходов в режиме III;
- возможная блокировка выхода;
- автоматическое программирование декодирующего устройства.

Режим I

В этом режиме кодировка MM57C200 полностью повторяет кодировку MM53200 или его эквивалента UM3750. Код определяется 12 входами SL1-SL12, а количество возможных комбинаций составляет $2^{12} = 4096$. Помимо этой обычной функции MM53200 MM57C200 обладает двумя дополнительными функциями. Как можно видеть на схеме, представленной на рис. П.6.2, каждая из этих функций (пакетный режим и режим

защелки) активируется индивидуально при подключении к корпусу входов MF1 и MF2.

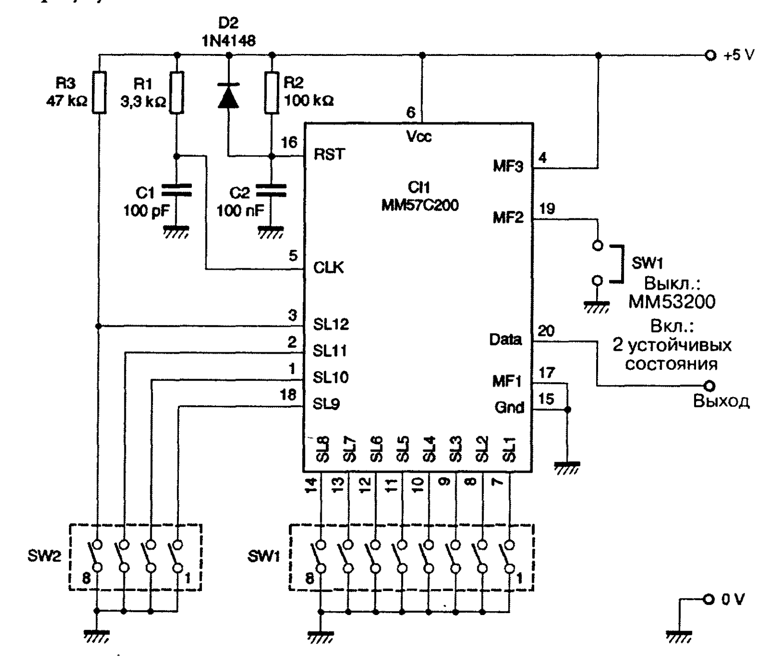


Рис. П.6.2. Схема работы кодирующего устройства в режиме I

Функция пакетного режима представляет собой «серию импульсов», при которой состояние высокого уровня выходного сигнала заменяется серией импульсов той же длительности. Таким образом, инфракрасная передача кода оказывается более эффективной.

Функция защелки или блокировки обеспечивает работу приемника в режиме двух устойчивых состояний. В этом случае логическое состояние выхода приемника изменяется при каждом новом получении кода. Данная функция распознается приемником благодаря дополнительному биту, включенному в передаваемый код. Она недоступна для классических устройств MM53200 или UM3750. Соответственно, использование этой функции возможно только между двумя модулями MM57C200. При этом ее применение не создаст

помех для возможного приемника, оборудованного модулями MM53200 или UM3750.

При включении питания MM57C200 логическое состояние на входе MF3 определяет режим работы этой интегральной схемы в качестве приемника или передатчика. Если вход MF3 подключен к напряжению питания, то MM57C200 находится в режиме кодирующего устройства, а логический код подается на выход 20 в виде закодированных импульсов. Такой режим остается действительным вплоть до выключения питания модуля. Если вход MF3 подключен к корпусу, то модуль работает в режиме декодирующего устройства, а его выход 17 остается в логическом состоянии низкого уровня в течение всего времени, пока входной сигнал является верным (случай классической работы), или переключает свое состояние при каждой новой передаче (случай работы с блокировкой). На рис. П.6.3 представлена типичная схема работы модуля MM57C200 в режиме I декодирующего устройства.

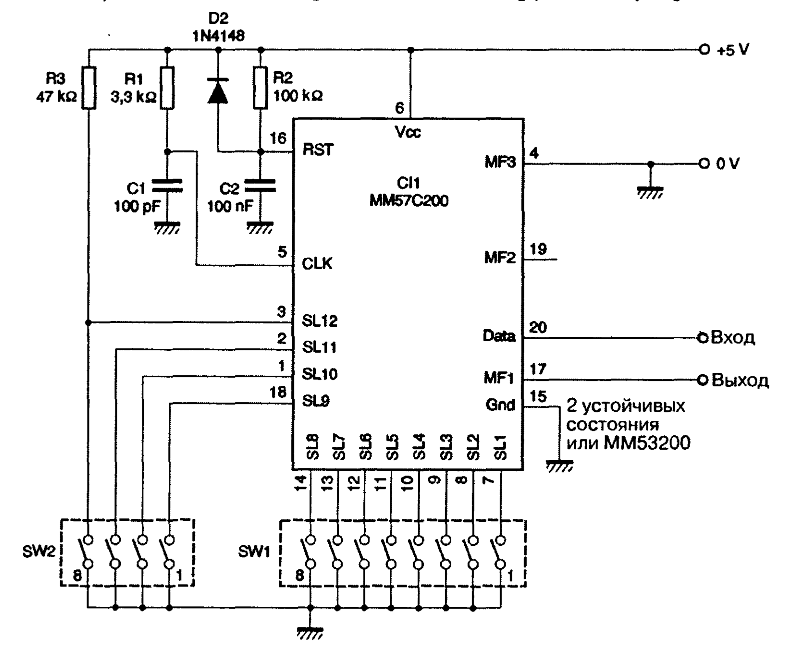


Рис. П.6.3. Схема работы декодирующего устройства в режиме I

Режим II

Как и в режиме I, в режиме II код передатчика определяется при помощи микроконтактов входов SL1–SL12 модуля MM57C200 (рис. П.6.4). Напротив, код приемника в этом режиме находится в памяти EEPROM типа 93C06 (рис. П.6.5). Соответственно, количество возможных кодов идентично количеству кодов в режиме I и составляет 4096. В памяти декодирующего устройства может находиться два кода: основной и текущий.

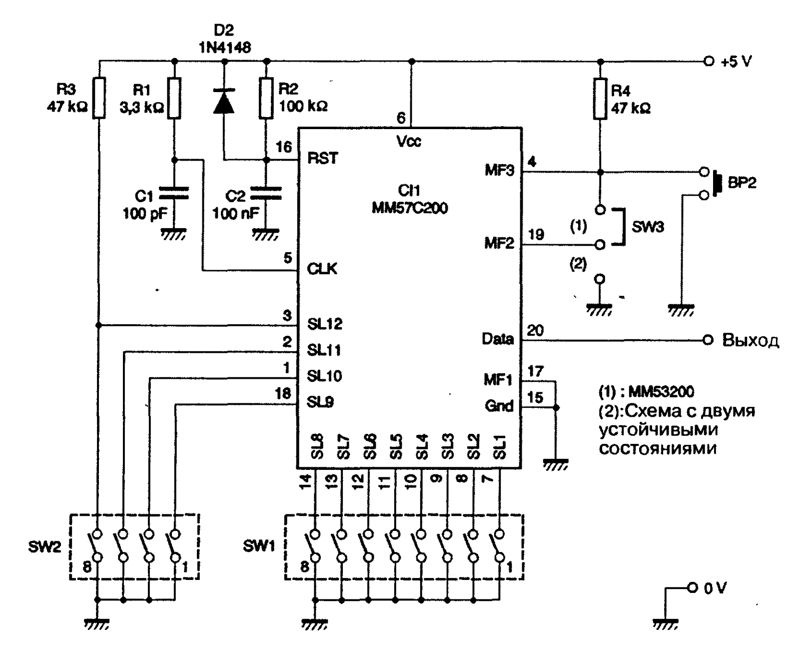


Рис. П.6.4. Схема работы кодирующего устройства в режиме II

Основной код должен быть обязательно запрограммирован предварительно в память 93C06 по адресу 0F. Как правило, этот код используется при первом соединении с передатчиком или в случае, когда текущий код был утрачен или забыт пользователем.

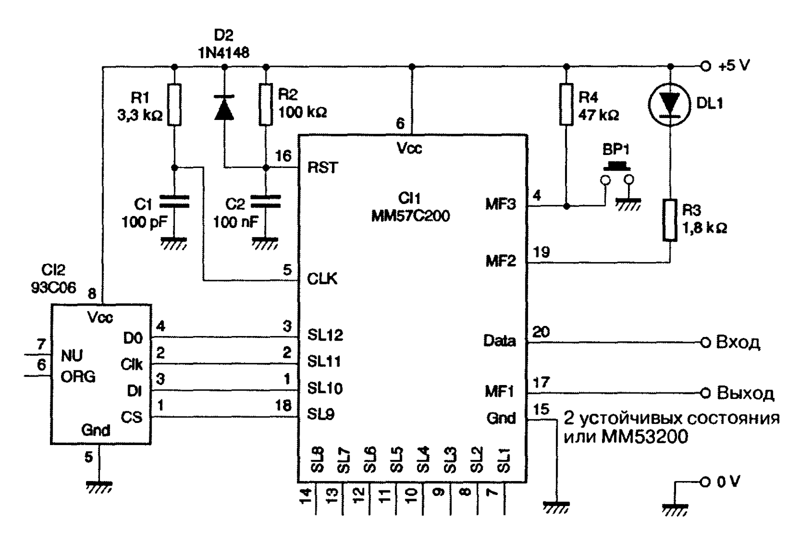


Рис. П.6.5. Схема работы декодирующего устройства в режиме II

Текущий код программируется передатчиком. Однако этот код может заноситься в память 93C06 заранее. В таком случае бит 0C регистра 00 памяти должен устанавливаться в 0. Иначе, несмотря на то что текущий код уже находится в памяти, он будет игнорироваться, а кодом, понятным для декодирующего устройства, станет основной код.

Как правило, при первом включении приемопередатчика кодировка передатчика конфигурируется в соответствии с основным кодом, запрограммированном в памяти 93C06. После этого выход 17 декодера управляется кодирующим устройством, как в режиме I. Если вход MF3, представленный контактом 4 модуля MM57C200, удерживается подключенным к корпусу в течение не менее 2 с, то модуль MM57C200 инициализируется своим основным кодом.

Если использование текущего кода было подтверждено в памяти в ходе автоматического программирования системы или после установки в 0 бита 0C регистра 00 при начальном программировании памяти, то кодировка передатчика должна соответствовать текущему коду, записанному в регистр 00 памяти при помощи бит 0–B.

Автоматическое программирование

Функция автоматического программирования запускается передатчиком, который отправляет вместе с 12 битами текущего кода или изначально используемого основного кода тринадцатый бит, переключающий декодер в режим автоматического программирования. При этом происходит переключение выхода MF2 (контакт 19) модуля ММ57С200 в 0 в течение 45 с. В это время передатчик должен отправить декодеру новый код, который может сопровождаться тринадцатым битом включения режима автоматического программирования или передаваться без него.

Отведенных 45 с вполне достаточно для изменения кодировки передатчика и последующей передачи нового кода. После получения нового кода выход 19 возвращается в состояние высокого уровня, сигнализируя о записи нового кода в память 93С06.

С момента получения декодером бита переключения в режим автоматического программирования ни полученный код, ни код, заносимый в память, не влияют на состояние выхода 17. При отсутствии получения кода в течение 45 с. текущий код остается без изменения.

Двенадцать бит нового кода записываются в регистр 00 памяти. После этой записи бит 0С устанавливается в 0, указывая на то, что основной код более не используется.

Программирование памяти 93С06 в режиме II

Предварительное программирование памяти 93С06 необходимо для начальной работы приемника. При этом должны быть запрограммированы не менее двух регистров (табл. П.6.1). Первый – регистр идентификации ID, дополненный несколькими битами выбора и соответствующий регистру 0D. Идентификация ID определяется восемью первыми битами регистра 0D. Его шестнадцатеричное значение составляет 47. Второй регистр содержит основной код приемника, используемый при первом общении между кодирующим и декодирующим устройствами или при необходимости повторной

инициализации декодирующего устройства. Этот код определяется первыми двенадцатью битами регистра 0F.

Таблица П.6.1. Используемые регистры памяти 93C06

	Биты регистров															
	F	E	D	C	B	A	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
00	Не используются			(1)	Текущий код											
0D	Не используются						(2)		ID = 47h = 01000111							
0F	Не используются				Основной код											

Не используются: неиспользуемые биты, установленные в 0;

(1): бит C регистра 00 указывает активный код – основной или текущий. Если бит C = 1, активным является основной код. Для использования текущего кода бит C должен быть установлен в 0. Это происходит в результате автоматического программирования.

(2): выбор режима работы модуля MM57C200 (см. табл. П.6.2).

Третий регистр может быть запрограммирован или оставлен в начальном состоянии (со значением FFFFh). Это регистр 00, в котором хранится текущий код. Его программирование выполняется в ходе начального программирования памяти или автоматически при помощи передатчика.

Режим III

Режим III представляет собой наиболее эффективный режим работы благодаря использованию 20-битового кода, обеспечивающего 1 млн комбинаций (2^{20} = 1 048 576 кодов). В этом режиме память EEPROM используется как кодирующим, так и декодирующим устройством. Выключатели SL1–SL8 (рис. П.6.6), установленные на входах, предназначены не для определения кода, а для управления соответствующими выходами декодирующего устройства (рис. П.6.7). К тому же, в режиме III линии SL1–SL8 модуля MM57C200 используются в качестве линий передачи данных в дополнение к выходу

17, который может применяться для подтверждения действительности двоичного слова, отображаемого линиями связи SL1–SL8. Эта новая особенность позволяет создавать системы с восемью одновременно и дистанционно управляемыми каналами или приемники с 256 независимыми каналами. Выходы SL1–SL8 декодирующего устройства смогут работать в различных режимах, определяемых соответствующим программированием бит B и A регистра 0D памяти 93C06.

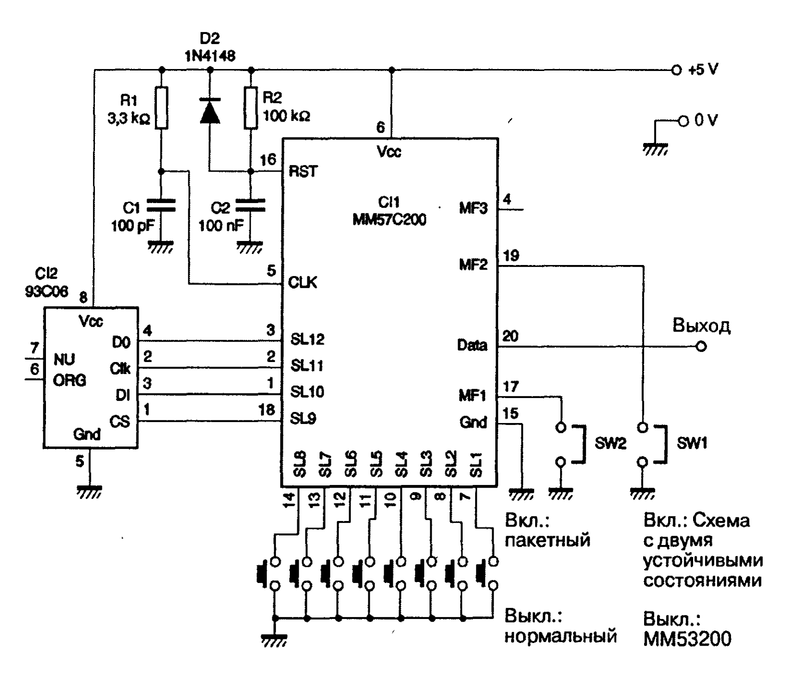


Рис. П.6.6. Схема работы кодирующего устройства в режиме III

В режиме III помимо основной идентификации регистр 0D должен содержать режим работы модуля MM57C200, а также конфигурацию выходов SL1–SL8 в соответствии с табл. П.6.2, П.6.3 и П.6.4. 20-битовый код определяется регистрами 0E и 0F. Напротив, в режиме III использование основного кода не предусмотрено, а 20-битовый код не может быть запрограммирован автоматически. Соответственно, использование 20-битового кода возможно лишь при предварительном программировании модулей памяти 93C06.

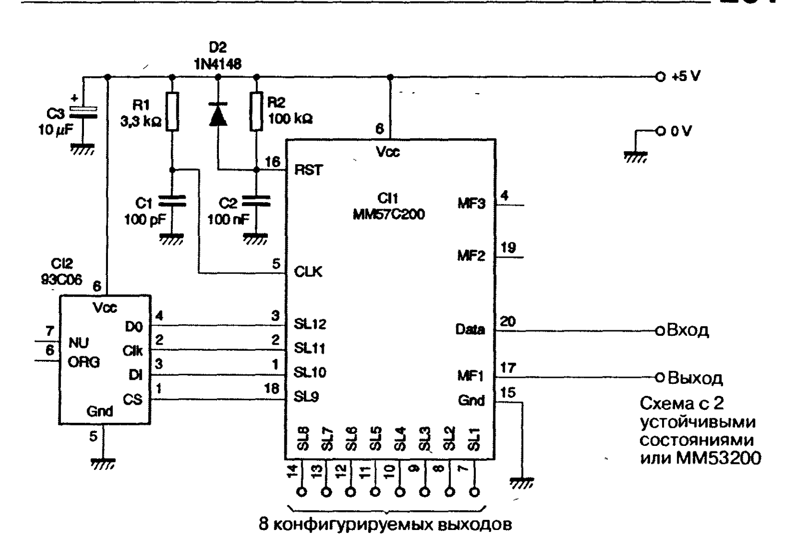


Рис. П.6.7. Схема работы декодирующего устройства в режиме III

Таблица П.6.2. Режим работы с памятью 93C06

Регистр 0D		
Бит 9	**Бит 8**	**Режим**
0	1	Декодирующее устройство, режим II
1	0	Кодирующее устройство, режим III
0	0	Декодирующее устройство, режим III

Таблица П.6.3. Программирование двух модулей памяти

Биты регистров																
	F	E	D	C	B	A	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
0D	Не используются					(2)	(1)		ID = 47h = 01000111							
0E	Биты 1–16 кода															
0F													Биты 17–20 кода			

Не используемые биты, установленные в 0;

(): выбор режима работы модуля MM57C200 (см. табл. П.6.2);

(2): конфигурация работы выходов SL1 – SL12 в режиме III (см. табл. П.6.4).

Таблица П.6.4. Работа выходов SL1–SL8

Случай	Бит B	Бит A	Замечания
№ 1	0	0	После включения или возврата в исходное состояние выходы SL1–SL8 декодирующего устройства находятся в состоянии 0. При получении верного кода эти выходы переключаются в 1, если соответствующие входы кодирующего передатчика не используются. При отсутствии полученного кода все выходы вновь переходят в 0
№ 2	0	1	Режим работы выходов SL1–SL8 является противоположным случаю № 1. После включения или возврата в исходное состояние выходы SL1–SL8 декодирующего устройства находятся в состоянии 1. При получении верного кода эти выходы переключаются в 1, если соответствующие входы кодирующего передатчика подключены к корпусу. При отсутствии полученного кода все выходы вновь переходят в 1
№ 3	1	0	Этот случай подобен случаю № 1 за исключением того, что состояние выходов блокируется после каждого приема кода. Изменить состояние выходов можно только при помощи новой передачи
№ 4	1	1	Этот случай подобен случаю № 2 за исключением того, что состояние выходов блокируется после каждого приема кода. Изменить состояние выходов можно только при помощи новой передачи

Программирование модулей памяти

Единственная разница между памятью передатчика и памятью приемника заключается в бите 9 регистра 0D. Этот бит определяет режим использования модуля MM57C200 в качестве кодирующего или декодирующего устройства. Всего должно быть запрограммировано три следующих регистра: регистр 0D, определяющий идентификацию памяти, и регистры 0E и 0F, определяющие 20 бит кода.

Приложение 7

Использование выхода с открытым коллектором

На рис. П.7.1 представлены возможные варинаты выхода транзистора с открытым коллектором.

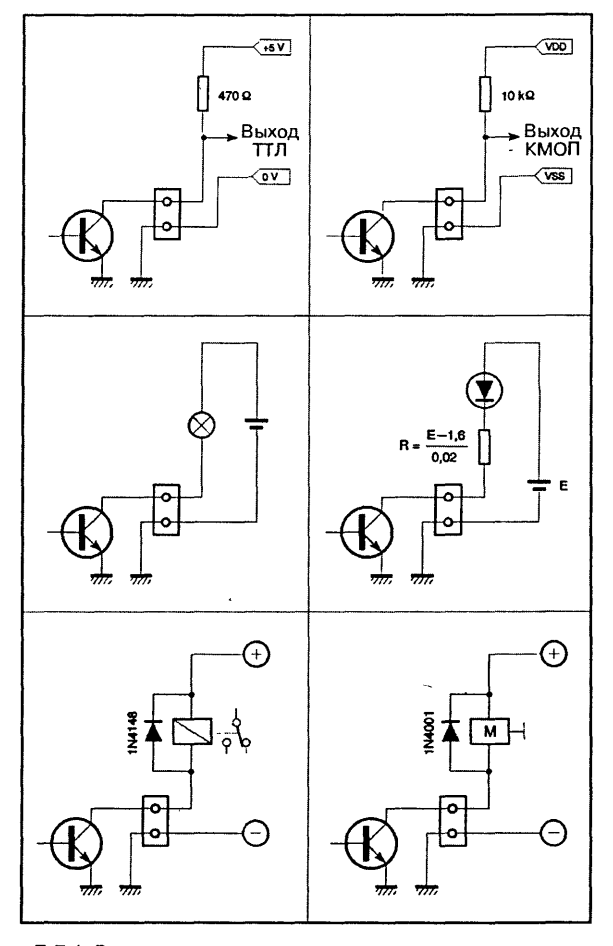


Рис. П.7.1. Варианты выхода транзистора с открытым коллектором

Предметный указатель

С

Т

У

Научно-популярное издание

Эрве Кадино

Интересные конструкции на миниатюрных высокочастотных модулях

Главный редактор *Захаров И. М.*
zim@ntpress.ru
Заведующий производством *Пискунова Л. П.*
Научный редактор *Попова В. П.*
Ответственный редактор *Тульсанова Е. А.*
Верстка *Комарова Н. А.*
Графика *Волкова Е. В.*
Дизайн обложки *Краснопирка В. А.*

Издательство «НТ Пресс», 129085, Москва,
Звездный б-р, д. 21, стр. 1.

Издание осуществлено при техническом участии
ООО «Издательство АСТ»

ОАО «Владимирская книжная типография»
600000, г. Владимир, Октябрьский проспект, д. 7.

Качество печати соответствует
качеству предоставленных диапозитивов